

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra hydromechaniky a hydraulických zařízení

**Zkušební zařízení závorového systému  
mechanicky ovládaného zámku**

Testing Equipment of Deadbolt System of  
Mechanically Operated Lock

Student:

Bc. René Černín

Osobní číslo:

CER105

Vedoucí diplomové práce:

doc. Dr. Ing. Lumír Hružík

Ostrava 2020

VŠB - Technická univerzita Ostrava  
Fakulta strojní  
Katedra hydromechaniky a hydraulických zařízení

## Zadání diplomové práce

Student: **Bc. René Černín**

Studijní program: N2301 Strojní inženýrství

Studijní obor: 2302T043 Hydraulika a pneumatika

Téma: Zkušební zařízení závorového systému mechanicky ovládaného zámku  
Testing Equipment of Deadbolt System of Mechanically Operated Lock

Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

1. Navrhněte postup zkoušení mechanicky ovládaného zámku v souladu s normou ČSN EN 12209 čl. 5.6.3.
2. Zpracujte technické řešení zkušebního zařízení.
3. Navrhněte pneumatický obvod pohonu zkušebního zařízení.
4. Specifikujte prvky řízení.
5. Navrhněte způsob použití zařízení.
6. Popište testy zařízení a ověření splnění technických požadavků.

Seznam doporučené odborné literatury:

- KOPÁČEK, J. *Pneumatické mechanismy. Díl I. Pneumatické prvky a systémy*. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 1996, 1. vydání, 265 s. ISBN 80-7078-306-0.
- MURRENHOFF, H. *Fundamentals of Fluid Power. Part 2: Pneumatics*. Aachen: Verlag GmbH. 2014, 333 p. ISBN 978-3-8440-3213-0.
- KOLEKTIV AUTORŮ. *SMC Training – Stlačený vzduch a jeho využití*. Brno: SMC Industrial Automation CZ s.r.o., 4. vydání, 2019. 344 s.
- ČSN EN 12209. *Stavební kování - Zámky a střelkové zámky - Mechanicky ovládané zámky, střelkové zámky a zapadací plechy - Požadavky a zkušební metody*.
- BEATER, P. *Pneumatic Drives: System Design, Modelling and Control*. Berlin: Springer, 2007. 323 p. ISBN 978-3-540-69470-0.
- Katalogy a podklady výrobců pneumatických prvků.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **doc. Dr. Ing. Lumír Hružík**

Datum zadání: 20.12.2019

Datum odevzdání: 18.05.2020

---

doc. Dr. Ing. Lumír Hružík  
vedoucí katedry



---

prof. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.  
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě dne 18. května 2020



.....

Prohlašuji, že

- jsem si vědom, že na tuto moji závěrečnou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. Zákon o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (dále jen Autorský zákon), zejména § 35 (Užití díla v rámci občanských či náboženských obřadů nebo v rámci akcí pořádaných orgány veřejné zprávy, v rámci školních představení a užití díla školního) a § 60 (Školní dílo),
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo užít tuto závěrečnou diplomovou práci nekomerčně ke své vnitřní potřebě (§ 35 odst. 3 Autorského zákona),
- bude-li požadováno, jeden výtisk této diplomové práce bude uložen u vedoucího práce,
- s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 Autorského zákona,
- užít toto své dílo, nebo poskytnout licenci k jejímu užití, mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do její skutečné výše),
- beru na vědomí, že – podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů – že tato diplomová práce bude před obhajobou zveřejněna na pracovišti vedoucího práce, a v elektronické podobě uložena a po obhajobě zveřejněna v Ústřední knihovně VŠB-TUO, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě dne 18. května 2020



.....

Jméno a příjmení autora práce: Bc. René Černín

Adresa trvalého pobytu autora práce: Olomoucká 475, 747 57 Slavkov

## ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

ČERNÍN, René. Zkušební zařízení závorového systému mechanicky ovládaného zámku: diplomová práce. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra hydromechaniky a hydraulických zařízení, 2020, Vedoucí práce: Hružík, L.

Práce se zabývá testováním závorového systému mechanicky ovládaného zámku. K tomuto účelu bylo navrženo a následně sestrojeno zkušební zařízení. Jedná se o jednoúčelové zařízení, které testuje životnost zámku s ohledem na požadavky příslušné normy. Zároveň je zkušebním zařízením sledováno plnění akceptačních kritérií. V jednotlivých kapitolách jsou popsány kroky při návrhu zkušebního zařízení a popsán způsob samotného zkoušení pro jednotlivé typy zámků, pro které bylo zkušební zařízení sestrojeno. Na sestaveném zkušebním zařízení bylo provedeno zkušební měření pro ověření funkčnosti zařízení.

## ANNOTATION OF THESIS

ČERNÍN, René. Testing Equipment of Deadbolt System of Mechanically Operated Lock: Thesis. Ostrava: VSB - Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Hydromechanics and Hydraulic Equipment, 2020, Supervisor: Hružík, L.

This work deals with testing equipment of deadbolt system of mechanically operated lock. A test device was designed and constructed for this purpose. It is a single-purpose device that tests the lock life with respect to the requirements of the relevant standard. At the same time, the test facility monitors compliance with the acceptance criteria. The individual chapters describe the steps in the design of the test equipment and the method of testing itself. The measurement itself was carried out on the assembled test equipment.

## Obsah

1	Úvod .....	5
2	Popis .....	7
2.1	Popis zkoušených zámků .....	7
2.2	Kritéria pro zkoušení .....	8
3	Názvosloví a zkratky .....	10
4	Popis zkušebního zařízení .....	11
5	Detailní popis jednotlivých částí zkušebního zařízení.....	14
5.1	Rám stroje.....	14
5.2	Pracovní deska .....	14
5.3	Pohon úplný .....	15
5.4	Čidla pohonu.....	18
5.5	Držák zámků s čidly .....	18
5.6	Deska s pneumatickými prvky .....	20
5.7	Ovládací panel .....	20
5.8	Skříň ovládání s elektronikou .....	21
5.9	Kryt pohonu .....	23
5.10	Ovládací tablet a stolní PC .....	25
6	Výpočet pneumatického obvodu a volba tlumiče.....	25
6.1	Čas jednoho cyklu .....	25
6.2	Určení rychlosti vysouvání válce V1 a zdvihu hřebene .....	26
6.3	Určení minimálního pracovního tlaku .....	26
6.4	Stanovení průtoku vzduchu při 15 cyklech za minutu .....	28
6.5	Návrh hydraulického tlumiče .....	29
6.6	Časová rozvaha .....	30
7	Pneumatický obvod .....	30
7.1	Popis pneumatického obvodu .....	30
7.2	Vstupní část a propojení pneumatických prvků .....	32

7.3	Uchycení a připojení pneumatických válců.....	34
7.4	Prvky pneumatického obvodu .....	37
8	Komunikační software a základní popis.....	39
8.1	Hlavní okno .....	39
8.2	Data .....	41
8.3	Nastavení .....	43
9	Nastavení a kalibrace zkušebního zařízení .....	45
9.1	Úvodní obrazovka grafického průvodce.....	45
9.2	Uchycení klíče pro dozické a obyčejné zámky.....	46
9.3	Uchycení klíče pro cylindrické a jiné vložky .....	47
9.4	Uchycení zámku .....	48
9.5	Uchycení zámku pro jiné než dozické a obyčejné zámky .....	51
9.6	Speciální pokyny pro typy zámků při uchycení do držáku .....	51
9.7	Ověření optočidel na držáku zámku .....	53
9.8	Nastavení vysunutí a zasunutí klíče.....	54
9.9	Nastavení výchozí a koncové polohy hřebene .....	56
9.9.1	Nastavení výchozí polohy pro dvouzápadkový zámek se zatahující se střelkou ..	56
9.9.2	Nastavení koncové polohy pro dvouzápadkový zámek se zatahující se střelkou .	57
9.9.3	Nastavení polohy hřebene pro zasunutí střelky .....	58
9.9.4	Nastavení pohonu pro jednozápadkový zámek se zatahující se střelkou .....	61
9.9.5	Nastavení pohonu pro dvouzápadkový zámek s nezatahující se střelkou .....	61
9.9.6	Nastavení pol. hřebene pro dvouzápadkový zámek s nezatahující se střelkou .....	61
9.9.7	Nastavení pohonu pro jednozápadkový zámek s nezatahující se střelkou .....	62
9.9.8	Nastavení pohonu pro zámky s cylindrickou vložkou.....	62
10	Technické parametry .....	63
11	Zásady bezpečnosti práce [20] .....	63
11.1	Všeobecné podmínky .....	63
11.2	Základní nařízení pro provoz.....	64



12	Instalace .....	65
12.1	Manipulace se zařízením .....	65
12.2	Připojení zařízení .....	66
13	Kontroly, údržba, mazání .....	67
13.1	Kontroly .....	67
13.2	Údržba .....	69
13.3	Mazání .....	70
14	Náhradní díly .....	71
15	Závěr .....	72
	Seznam použité literatury .....	75
	Seznam obrázků .....	77
	Seznam tabulek .....	78
	Seznam příloh .....	78

## Seznam použitých jednotek a veličin

<b>Značka</b>	<b>Název veličiny</b>	<b>Jednotka</b>
$D_{V1}, D_{V2}, D_{V3}, D_{V4}$	Průměr pístu válce V1, V2, V3, V4	[m], [mm]
$d_{V1}, d_{V2}, d_{V3}, d_{V4}$	Průměr pístnice válce V1, V2, V3, V4	[m], [mm]
$E$	Celková energie	[J]
$E_1$	Kinetická energie při vysouvání válce V1	[J]
$E_2$	Práce pohonu válce V1	[J]
$F_{zV1}$	Síla při zasouvání válce V1	[N]
$F_{vV1}$	Síla při vysouvání válce V1	[N]
$H_{V1}, H_{V2}, H_{V3}, H_{V4}$	Pracovní zdvih válce V1, V2, V3, V4	[m], [mm]
$l$	Zdvih hydraulického tlumiče	[m], [mm]
$m$	Hmotnost pohyblivé části	[kg]
$M_k$	Krouticí moment	[Nm]
$n$	Počet cyklů za minutu	[min <sup>-1</sup> ]
$p_t$	Teoretický pracovní tlak	[Pa], [bar], [MPa]
$p_p$	Pracovní tlak	[Pa], [bar], [MPa]
$p_{abs}$	Absolutní tlak	[Pa], [bar], [MPa]
$p_N$	Atmosférický tlak	[Pa], [bar], [MPa]
$Q_c$	Celkový průtok při 15 cyklech za minutu	[m <sup>3</sup> ·min <sup>-1</sup> ], [dm <sup>3</sup> ·min <sup>-1</sup> ]
$Q_N$	Normovaný průtok při 15 cyklech za minutu	[m <sub>N</sub> <sup>3</sup> ·min <sup>-1</sup> ], [dm <sub>N</sub> <sup>3</sup> ·min <sup>-1</sup> ]
$Q_{vV1}, Q_{vV2}, Q_{vV3}, Q_{vV4}$	Průtok vzduchu při vysouvání V1, V2, V3, V4	[m <sup>3</sup> ·min <sup>-1</sup> ]
$Q_{zV1}, Q_{zV2}, Q_{zV3}, Q_{zV4}$	Průtok vzduchu při zasouvání V1, V2, V3, V4	[m <sup>3</sup> ·min <sup>-1</sup> ]
$r$	Poloměr roztečné kružnice ozubeného kola	[m], [mm]
$S_{V1}$	Plocha pístu válce V1 ze strany pístnice	[mm <sup>2</sup> ]
$T_N$	Normální teplota	[K], [°C]
$T_1$	Teplota okolí	[K], [°C]
$t_c$	Celkový čas cyklu	[s]
$t_{zV1}, t_{zV2}, t_{zV3}, t_{zV4}$	Čas zasunutí válce V1, V2, V3, V4	[s]
$t_{vV1}, t_{vV2}, t_{vV3}, t_{vV4}$	Čas vysunutí válce V1, V2, V3, V4	[s]
$v_{vV1}$	Rychlost vysouvání válce V1	[m·s <sup>-1</sup> ]
$\eta_v$	Účinnost pneumatického válce	[1]
$\eta_o$	Účinnost ozubení	[1]

# 1 Úvod

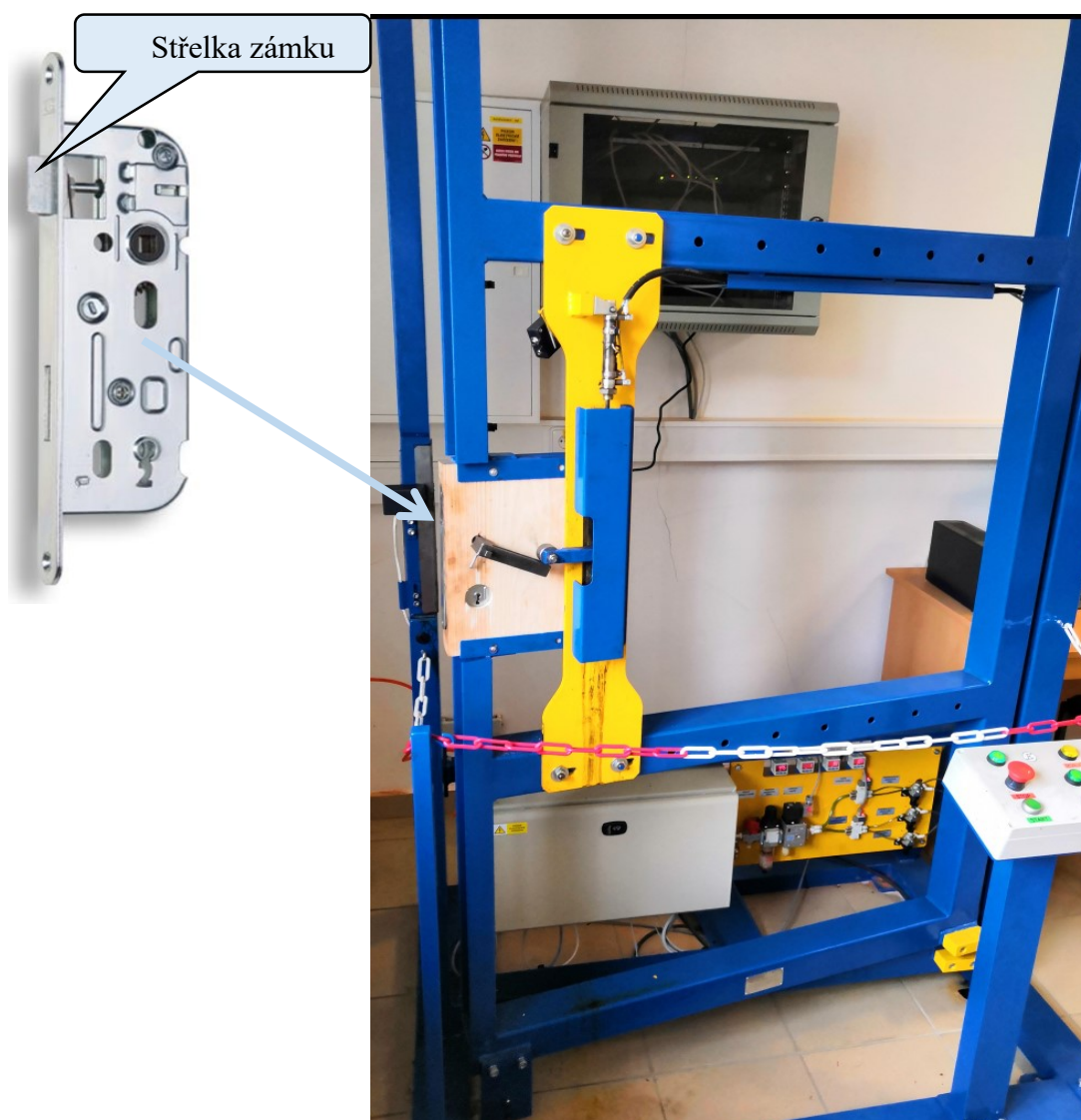
Úkolem této diplomové práce je navrhnout zkušební zařízení závorového systému mechanicky ovládaného zámku. Na zkušebním zařízení bude možno provádět zkoušky životnosti závorového systému mechanicky ovládaného zámku v souladu s požadavky ČSN EN 12209 čl. 5.6.3.

Bezpečnost nás samotných, stejně jako i ochrana majetku, jsou nedílnou součástí života každého z nás. K tomuto účelu jsou domy, byty, sklepy, kůlny a mnoho dalších zařízení opatřeno zámky. Denně se s nimi setkáváme a automaticky spoléháme na jejich bezchybnou funkci. Existuje mnoho druhů zámků od těch nejjednodušších až po velmi sofistikované systémy, které splňují i nejnáročnější přání zákazníka a dokáží odradit nejednoho zloděje.

Cílem této práce je navrhnout zkušební zařízení, které bude schopno otestovat životnost závorového systému zámku s ohledem na normu, která určuje akceptační kritéria, které musejí zámky splnit. V této práci se budu zabývat návrhem zkušebního zařízení a způsobem zkoušení závorového systému zámku. Jednotlivé typy zámků, na kterých mají testy životnosti probíhat, byly dodány zákazníkem, pro kterého je toto zařízení navrhováno. Jedná se o zámky zadlabavací, které jsou vyráběny v mnoha modifikacích. Zkušební zařízení bude součástí testovacích postupů, které musí firma vyrábějící zámky dodržovat, aby splnila požadavky normy, a v neposlední řadě obstála v konkurenčním boji na trhu.

V minulosti byly firmou Elok Opava s.r.o. dodáno zákazníkovi zařízení, na kterém probíhají zkoušky životnosti střelky zámku viz obrázek 1. Jednalo se rovněž o zadlabavací zámky a zkušební zařízení simuluje dveřní křídlo. Zkušební křídlo má předepsanou hmotnost. Pomocí pneumatického mechanismu dochází k otevírání křídla dveří o předepsaný úhel a jeho následnému uzavření. Dále je pneumaticky ovládána klika, která uvolňuje střelku zámku při otevírání. Při zavírání se střelka zasunuje nárazem na zárubně dveří, tím se testuje její životnost na předepsaný počet cyklů.

Součástí zkušebního křídla je také počítač s instalovaným softwarem pro ovládání režimu zkoušek a pro požadovaný výstup dat z provádění zkoušek.



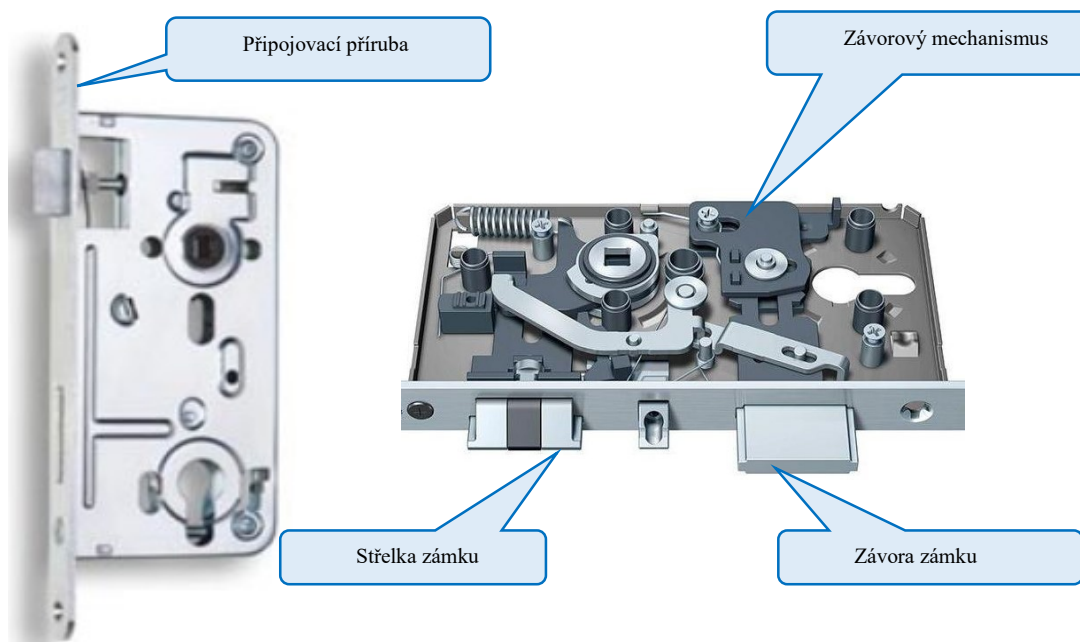
**Obrázek 1 - Zkušební křídlo**

## 2 Popis

### 2.1 Popis zkoušených zámků

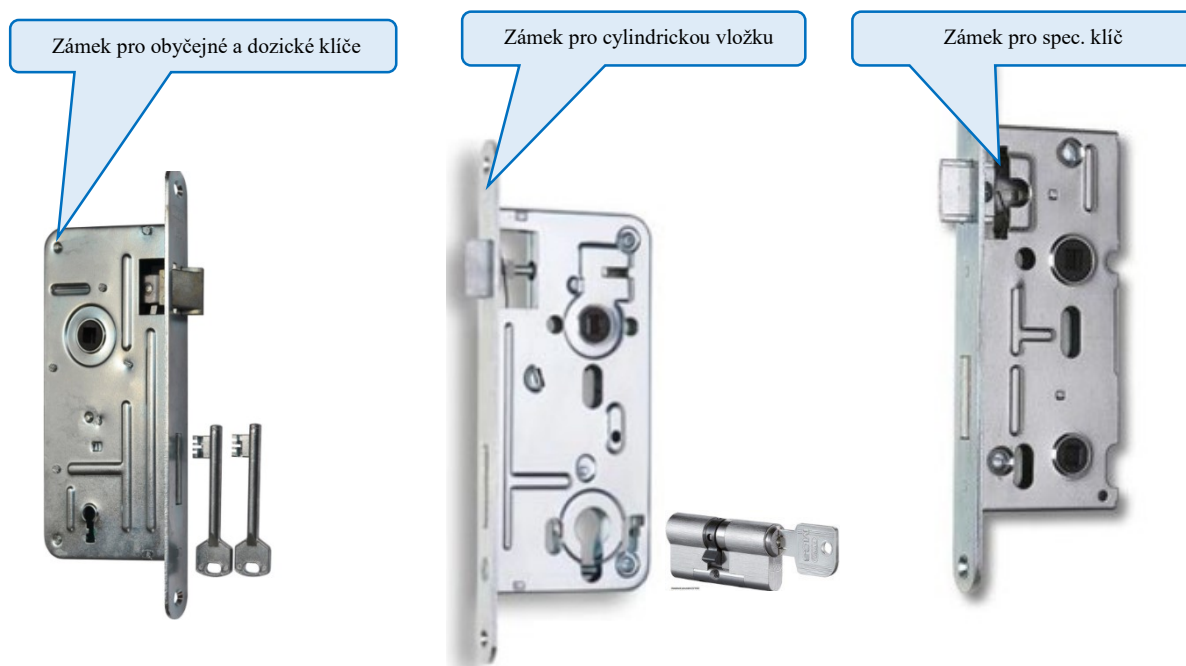
Jak jsem již uvedl v úvodu této práce, zkušební zařízení bude navrženo na zkoušení závorového systému zadlabavacích zámků, které jsou hlavním výrobním programem objednavatele zkušebního zařízení. Hlavní částí těchto zámků jsou střelka, závora a závorový mechanismus viz obrázek 2.

V portfoliu zadavatele je široká škála typů těchto zámků. Dle domluvy se zákazníkem mi byly dodány ty typy zadlabavacích zámků, které budou na daném zařízení zkoušeny. Jedná se o zámkové ovládané dozickým klíčem, cylindrické zámkové, do kterých je vkládána vložka ovládající závorový mechanismus a zámkové speciální. U speciálních zámků se místo klasických nám známých klíčů, používají speciální klíče, např. čtyřhranné tzv. ořechy. Na obrázku 3 jsou vidět některá z provedení zadlabavacích zámků. Pomocí klíčů je v závislosti na typu zámkového ovládan buď pouze systém závory, případně je možné spolu se závorou ovládat i zasunování střelky nebo je klíčem ovládána pouze střelka zámkového.



Obrázek 2 - Základní části zámku <sup>[17]</sup>

Zdroj: <https://cs.puntomarinero.com/mortise-lock-mortise-lock-mechanism/>



**Obrázek 3 - Základní typy testovaných zámků<sup>[12]</sup>**

*Zdroj: <https://hobes.cz/cz/section/category/zamky-do-dveri?id=20>*

Celé zařízení bude navrženo s ohledem na maximální univerzálnost tak, aby bylo možno zkoušet dodané druhy zámků, případně po drobných úpravách na zkušebním zařízení rozšířit zkoušky i na zbývající zámky z výrobního programu výrobce. Zejména by se jednalo o úpravy držáku zámku, případně bude nutno vyrobit nový systém uchycení jak samotného zámku, tak optočidel.

Úpravy, které bude nutno na zařízení udělat pro možné rozšíření zkoušení na jiné typy zámků, nebudou řešeny v této diplomové práci. Zákazníkovi bylo nabídnuto, že případné rozšíření zkušebního zařízení o možnost zkoušení jiných než dodaných zámků, bude řešeno formou zakázek zvláštní úpravy.

## **2.2 Kritéria pro zkoušení**

Norma ČSN 12209 čl. 5.6.3 stanovuje kritéria pro životnost mechanismu neodpružené závory, přičemž jsou stanovena takto [6]:

Umístění zámku musí být tak, že zámek je na zkušebním zařízení umístěn svisle. To znamená, že střelka zámku a závora jsou v horizontální poloze. Zkušební zařízení musí být schopno otáčet klíčem a taky musí umět klíč vysunout a zasunout do zámku. Klíč bude zasunován z vnější strany zámku, pokud je na zámku zřejmé, která strana je vnější.

Zkušební cyklus se skládá z následujících kroků:

- zasunutí klíče do zámku;
- otočení klíčem dostatečně pro plné vysunutí a podržení neodpružené závory;
- dostatečné (plné) vysunutí neodpružené závory pomocí otočení klíčem;
- vysunutí klíče;
- opětovné zasunutí klíče, plné zasunutí závory do výchozí polohy;
- vysunutí klíče ze zámku.

Jestliže součástí zámku je střelka s takzvanou sdílenou činností (je ji možno ovládat klíčem), je výše popsáný cyklus modifikován následovně:

- zasunutí klíče do zámku;
- dostatečné (plné) vysunutí neodpružené závory pomocí otočení klíčem;
- vysunutí klíče;
- opětovné zasunutí klíče, plné zasunutí závory do výchozí polohy;
- pootočení klíče pro zasunutí střelky do těla zámku, uvolnění střelky;
- vysunutí klíče ze zámku.

Maximální počet klíčů, se kterým je možno zkoušku provádět, určuje to množství, které je dodáváno se zámkem.

Maximální moment přípustný pro ovládání neodpružené závory je 1,5 Nm.

Zkušební zařízení musí obsahovat kompletní zkušební cyklus, to znamená ovládat jak závoru, tak střelku.

Při plném vysunutí závory může klíč zůstat po vysunutí částečně v klíčovém vedení. Ale nesmí být v přímém kontaktu se stavítky zámku.

Při zkoušení zámků, které jsou osazeny cylindrickou vložkou, musí být zařízení schopno vysunout neodpruženou závoru a opět ji zasunout. Případně pokud je zámek opatřen se sdílenou střelkou, musí být zařízení rovněž schopno tuto střelku zasunout a vysunout. U zkoušení zámků s cylindrickou vložkou nedochází k vysunování a zasunování klíče.

Rychlost zkušebního cyklu je stanovena na 15 cyklů za minutu.

Počet cyklů, který je považován za vyhovující je 200 000.

### 3 Názvosloví a zkratky

Vzhledem k tomu, že na zkušebním zařízení je velké množství prvků, jsou v ovládacím panelu, případně přímo u některých prvků, použity zkratky. Jejich popis je popsán níže, případně jsou jejich umístění zobrazeny na obrázcích:

SZK.....Snímač zasunutí klíče.

SH.....Snímač hřebene.

V1.....Válec hřebene.

V1V.....Vysunutí válce 1 (magnetický snímač).

V1Z.....Zasunutí válce 1 (magnetický snímač).

V2.....Válec zasunování a vysunování klíče.

V2V.....Vysunutí válce 2 (magnetický snímač).

V2Z.....Zasunutí válce 2 (magnetický snímač).

V3.....Válec dorazu č. 1.

V3V.....Vysunutí válce 3 (magnetický snímač).

V3Z.....Zasunutí válce 3 (magnetický snímač).

V4.....Válec dorazu č. 2.

V4V.....Vysunutí válce 4 (magnetický snímač).

V4Z.....Zasunutí válce 4 (magnetický snímač).

PCENTRAL... Snímač tlaku centrální.

OSV.....Optočlen hlídání střelky vysílač.

OSP.....Optočlen hlídání střelky přijímač.

OZ1V.....Optočlen hlídání závory 1 vysílač.

OZ1P.....Optočlen hlídání závory 1 přijímač.

OZ2V.....Optočlen hlídání závory 2 vysílač.

OZ2P.....Optočlen hlídání závory 2 přijímač.

SKM.....Snímač krouticího momentu.

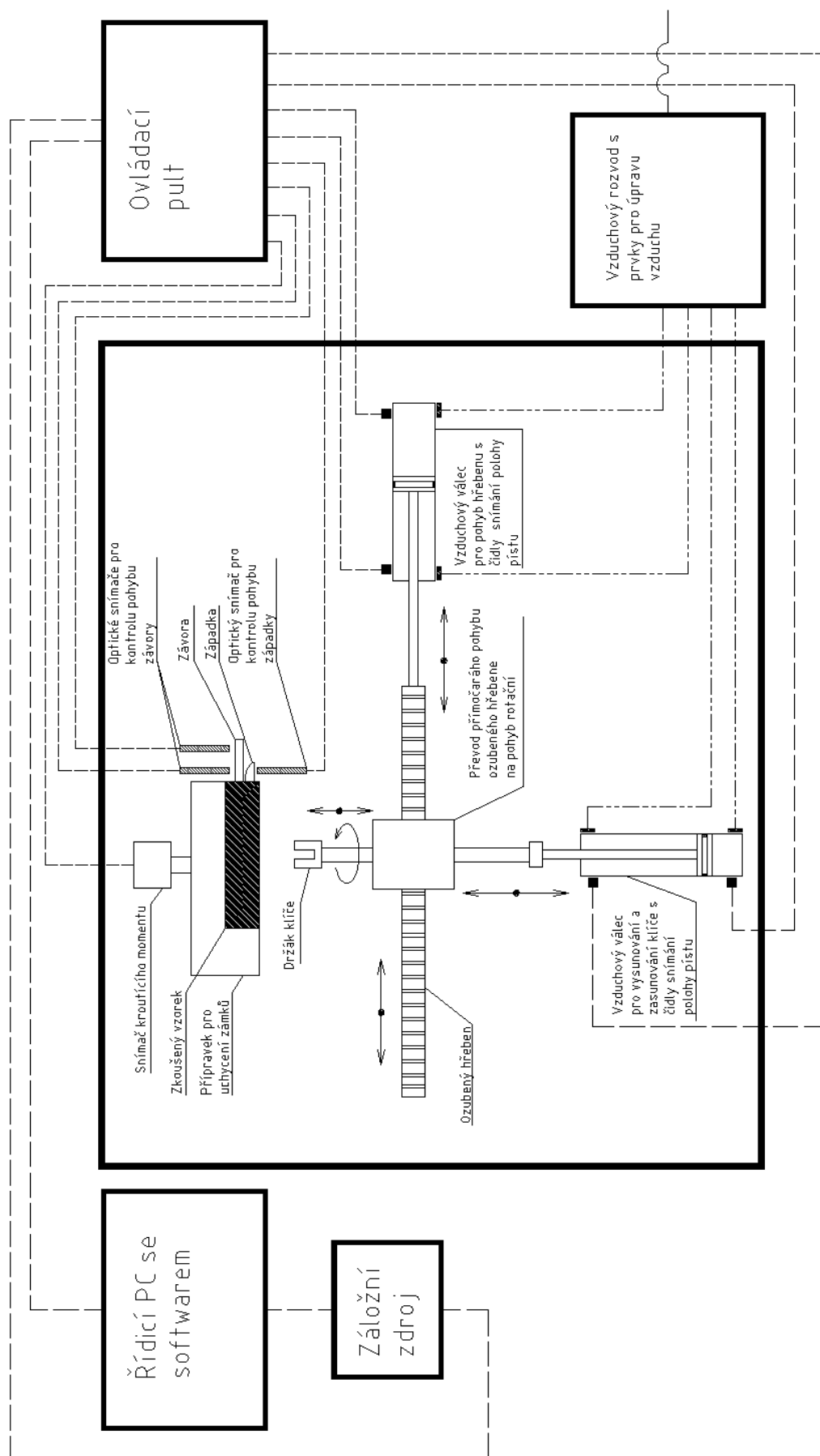


## 4 Popis zkušebního zařízení

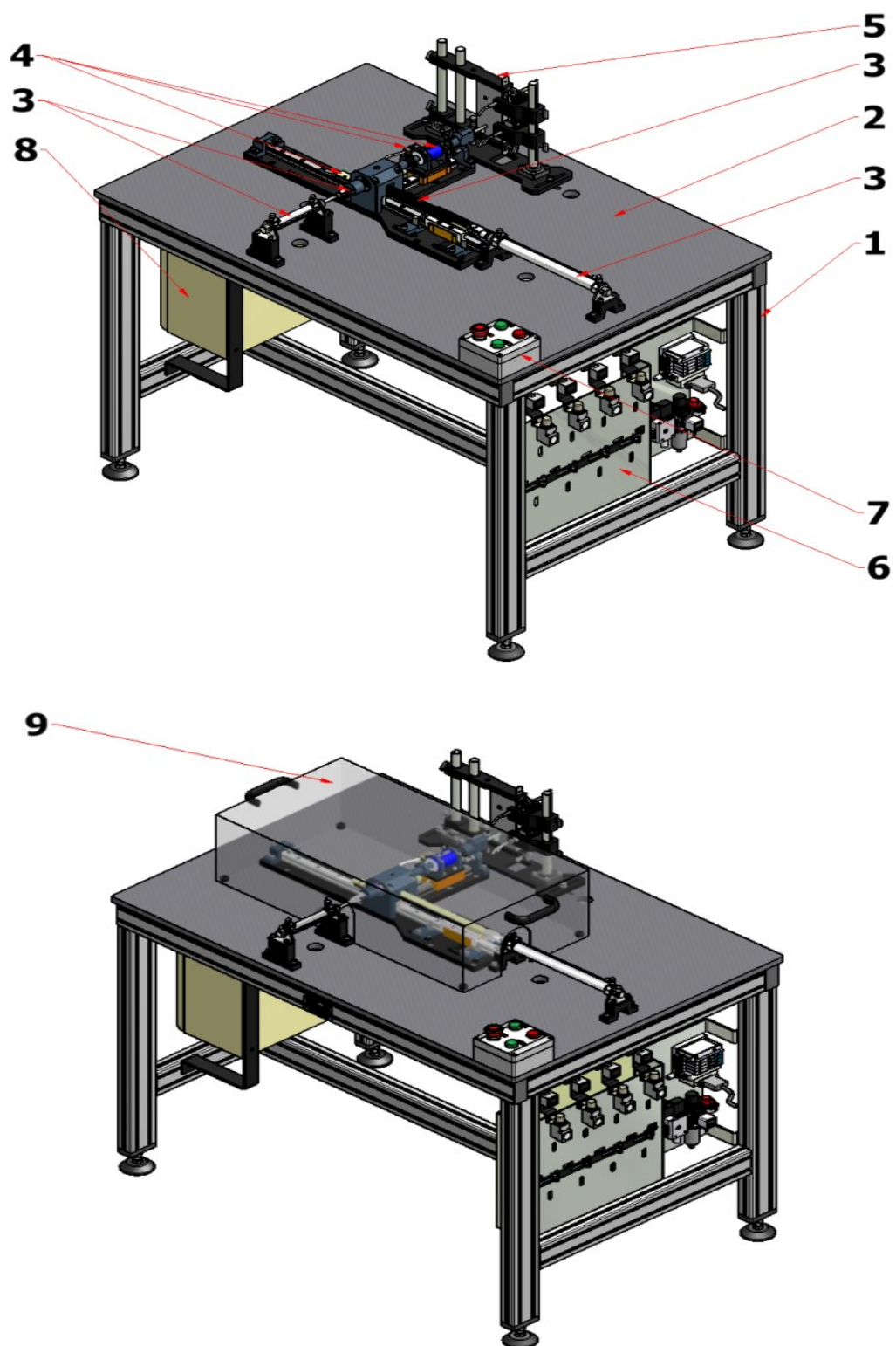
Zkušební zařízení se skládá z několika samostatných částí, tak jak je zobrazeno na obrázku 5.

1. rám, který je tvořen z hliníkových profilů;
2. pracovní deska;
3. pohon úplný, který se skládá z pneumatických válců a ozubeného převodu;
4. systém čidel, která snímají:
  - polohy pístnic válců;
  - polohu ozubeného hřebene a drážkového hřídele;
  - krouticí moment na klíči;
5. držák těles zámků s čidly polohy střelky a závary;
6. deska s prvky pneumatického rozvodu;
7. ovládací panel;
8. bedny elektroniky;
9. kryt pohonu;
10. ovládací tablet (není vyobrazen);
11. stolního PC (není vyobrazen).

Blokové schéma na obrázku 4 zobrazuje jednotlivé oblasti, které jsou přístupné obsluze pro připojování zkušebního zařízení, ovládání a zároveň k instalaci zkoušených zámků. Jednotlivé oblasti jsou dále členěny na samostatné části a následně popsány.



Obrázek 4 - Blokové schéma zkušebního zařízení



Obrázek 5 - Sestava zkušebního zařízení

Součástí zkušebního zařízení je i komunikační software (viz kapitola 8) pro pohodlné nastavování a ovládání zařízení. Software vyhodnocuje celý průběh zkoušky včetně měrového protokolu, zaznamenává počet cyklů, přerušení zkoušky a důvod přerušení.

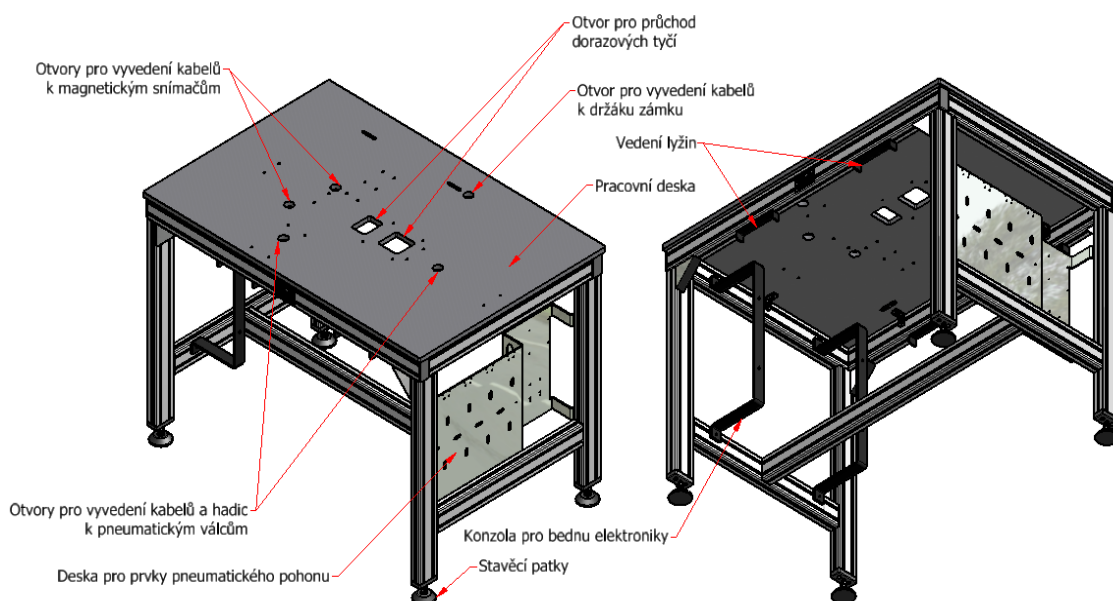
## 5 Detailní popis jednotlivých částí zkušebního zařízení

### 5.1 Rám stroje

Rám stroje je sestaven z hliníkových profilů firmy Habekorn s.r.o. [19]. Na rámu jsou umístěny stavěcí patky, které slouží k ustavení celého stroje do vodorovné polohy. Pro ustavení do vodorovné polohy doporučuji použít klasickou vodováhu. Dále je na rámu přišroubováno vedení, které slouží k navádění lyžin manipulačního vozíku při manipulaci (viz kapitola 12). Na samotný rám se také přišroubovují konzoly, na které se instaluje deska s pneumatickými prvky (viz kapitola 7) a skříň ovládání s elektronikou (viz kapitola 5.8).

### 5.2 Pracovní deska

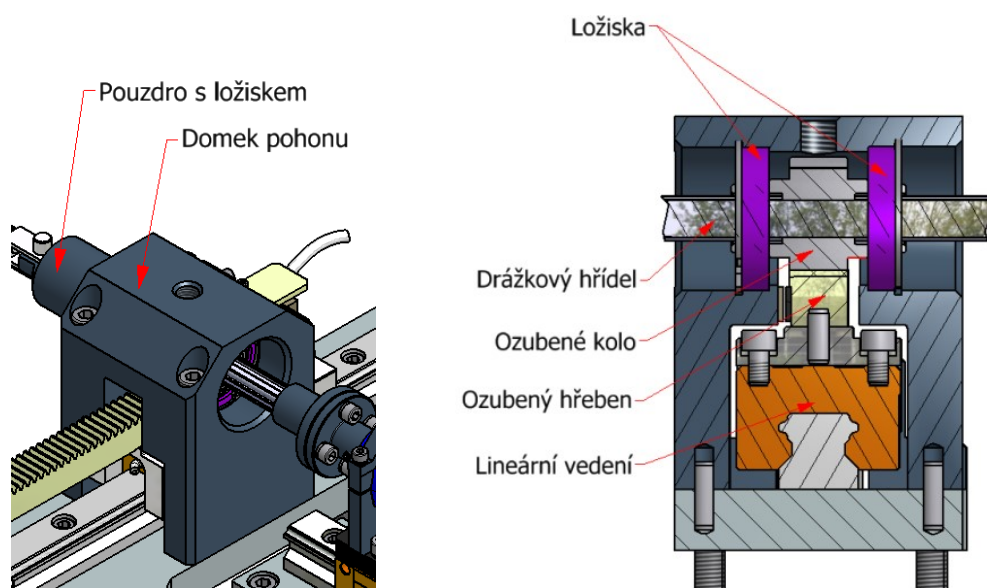
Pracovní deska je základnou samotného pohonu a také slouží k instalaci držáků zámků s čidly. Je vyrobena třískovým opracováním z polotovaru a k rámu je přišroubována pomocí průchozích šroubů ze spodní strany. Na pracovní desce jsou otvory, které slouží k vyvedení polyuretanových hadic k válcům a také vyvedení elektrických kabelů. A dále jsou zde otvory, kterými prochází dorazové tyče ovládané válci V3 a V4 (viz kapitola 7).



Obrázek 6 - Rám zkušebního zařízení s deskou a konzolami

### 5.3 Pohon úplný

Pohon úplný zkušebního zařízení je tvořen ozubeným hřebenem a ozubeným kolem, které je umístěno ve speciálním domku. O samotný pohon se starají dva pneumatické válce. Válec hřebene V1 posunuje hřebenem a ten následně otáčí ozubeným kolem [2]. Tím se převádí translační pohyb na pohyb rotační. Středem ozubeného kola prochází drážková hřídel, kterou se rotační pohyb přenáší až ke klíči přes snímač krouticího momentu. Pomocí válce V2 dochází k zasunování a vysunování klíče. Zasunování a vysunování klíče se děje pouze tehdy, když se hřeben nepohybuje a nachází se v nastavených koncových polohách. Uchycení drážkové hřídele k válci V2 je řešeno pomocí pouzdra s ložiskem. [8, 10]

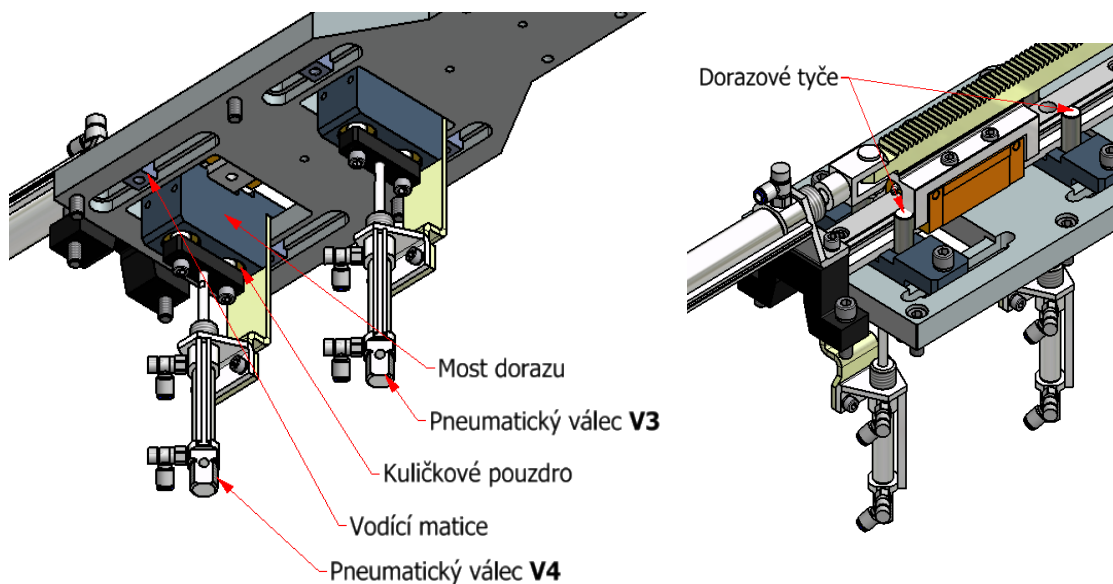


**Obrázek 7 - Domek pohonu a řez domkem pohonu**

Ozubený hřeben, stejně jako snímač krouticího momentu, jsou umístěny na lineárním vedení, které je spojeno s pracovní deskou přes speciální příruby. Koncová poloha hřebene při vysunutí válce V1 a koncová poloha při vysunutí drážkového hřídele pomocí válce V2 jsou zajištěny hydraulickými tlumiči. [9, 2]

Dorazové tyče pro polohy hřebene při zasunutí válce V1 jsou ovládány pneumatickými válci V3 a V4 (viz obrázek 8). Tyto dorazové tyče slouží pro nastavení výchozí polohy hřebene, a taky jako doraz při zkoušení zámků se zatahovací střílkou. Dorazy tvoří chromované tyče, které jsou vysunovány a zasunovány pomocí pneumatických válců V3 a V4. Tyče jsou vedeny přes kuličková pouzdra, která jsou uložena v mostu dorazu, na kterém je rovněž uchycen pneumatický válec. Most dorazu je uchycen k přírubě pohonu


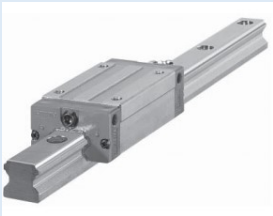

pomocí speciálních vodících matic, které umožňují přesné nastavení dorazů při nastavování a kalibraci.

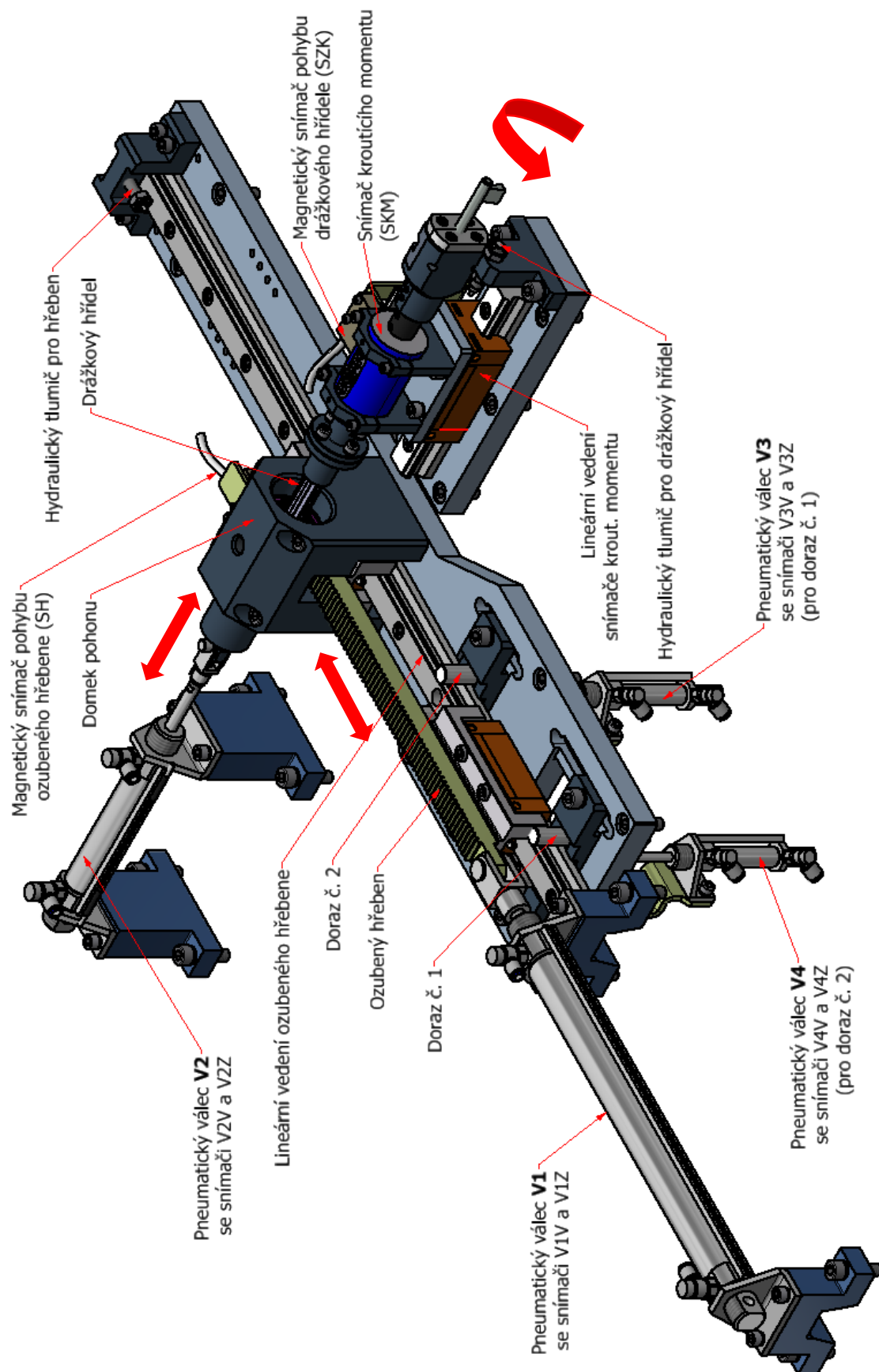


**Obrázek 8 - Dorazy hřebene**

Seřízení hydraulických tlumičů a dorazů je popsáno v samostatné kapitole nastavení a kalibrace (viz kapitola 9). Jedná se o důležitý krok před zahájením testování a je nutné přistupovat k přípravě zkoušky s nejvyšší odpovědností.

**Tabulka 1 - Nakupované díly pohonu**

		
<p>Hydraulický tlumič RJ 0806L SMC <sup>[13]</sup></p>	<p>Lineární vedení HGL 25CA MATIS <sup>[14]</sup></p>	<p>Pouzdro kuličkové LME - 2 MATIS <sup>[14]</sup></p>



Obrázek 9 - Pohonný systém






## 5.4 Čidla pohonu

Součástí pohonného systému je soustava čidel. Čidla snímají polohu pístnic pneumatických válců (viz kapitola 7). Další čidla jsou určena pro určování polohy ozubeného hřebene a drážkového hřídele. Snímání krouticího momentu na klíči při odemykání a zamykání zámku je jeden z hlavních sledovaných parametrů při zkoušení. Zvolený snímač krouticího momentu je již od výrobce podroben přesné kalibraci na požadovanou hodnotu 1,5 Nm. Při překročení této hodnoty je okamžitě zkouška přerušena, bez ohledu na to, v jaké poloze se zkušební zařízení nachází. A to z důvodů zabránění poškození zkušebního zařízení.

Snímání polohy hřebene a drážkového hřídele jsem zvolil z bezpečnostních důvodů. Řídící software neumožní zasunutí nebo vysunutí klíče ve chvíli, kdy je hřeben v pohybu. Stejně tak, pokud dochází k vysouvání a zasouvání klíče, nesmí dojít k pohybu hřebene.

**Tabulka 2 - Seznam čidel pohonu**

		
<p>Snímač magnetický inkrementální (rozlišení 5 <math>\mu\text{m}</math>) BML-s2B0-Q53F-M410 BALLUFF <sup>[15]</sup></p>	<p>Pásek magnetický 0,3 m a 0,09 m BML-M02-I45-A3-M00 BALLUFF <sup>[15]</sup></p>	<p>Snímač krouticího momentu měřicí rozsah (0,1 ÷ 200) Nm, kalibrováno výrobcem na hodnotu 1,5 Nm odchylka <math>\pm 0,2 \%</math> T21WN HBM <sup>[16]</sup></p>

## 5.5 Držák zámků s čidly [4]

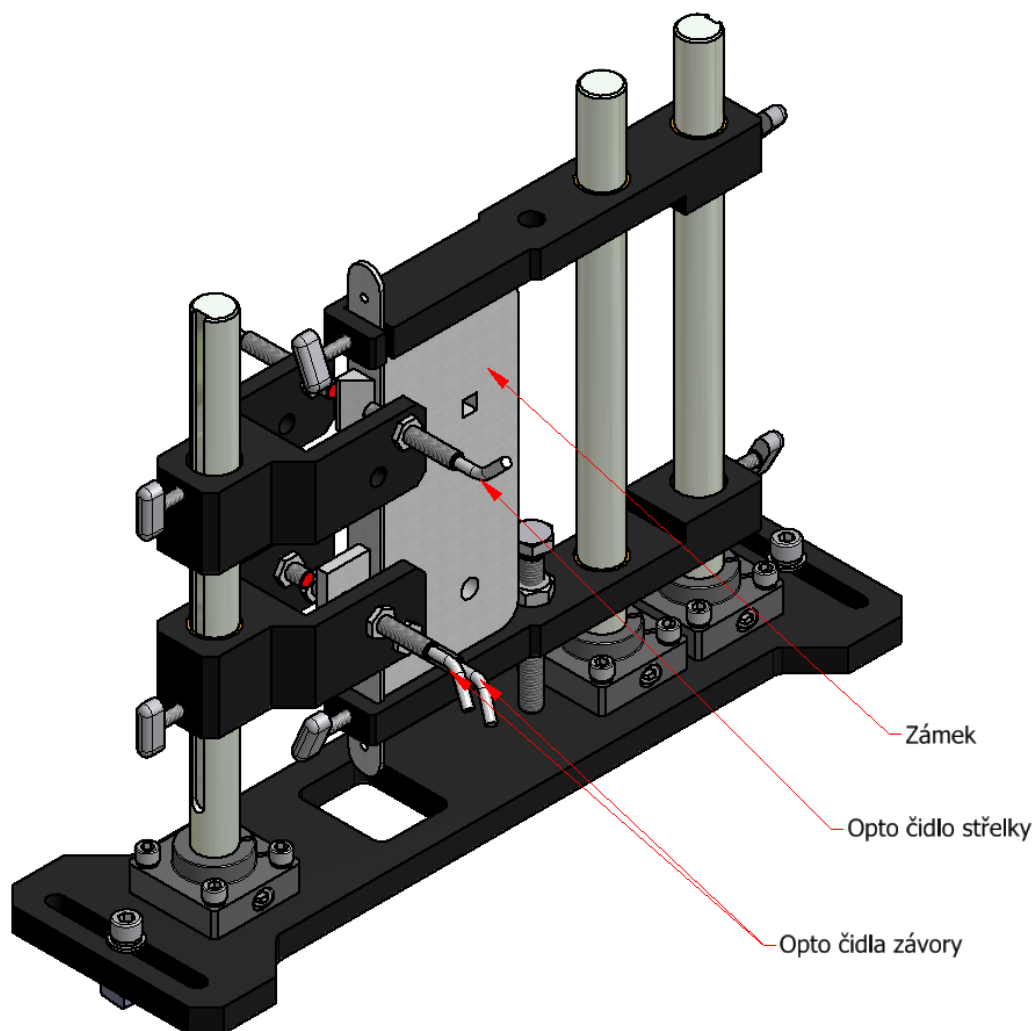
Držák zámků jsem navrhl tak, aby bylo možno zkoušet co nejvíce typů zámků bez nutnosti jakékoliv úpravy. Držák se přišroubuje k pracovní desce přes drážkové otvory. Tyto otvory umožňují posun držáku vůči samotnému pohonu. To se využívá při nastavování na začátku měření a kalibraci. Součástí držáku jsou tři páry optických čidel. Ty se skládají z vysílače a přijímače (viz tabulka 3).



Dva páry opto čidel snímají pohyb závory. První pár snímá pohyb závory při jednom otočení klíče o 360°. Druhý pár snímá vysunutí závory při druhém otočení klíče při dvouzápadkovém zámku ( $2 \times 360^\circ$ ).


Třetí pár opto čidel snímá pohyb střelky. To je zapotřebí u zámků se zatahující se střelkou, kde po zasunutí závory je možné otočit klíčkem v zámku ve směru odemykání asi o 10° a tím střelku zasunout do tělesa zámku.

Způsob nastavení jednotlivých čidel v závislosti na typu zámků je popsán v kapitole Nastavení a kalibrace zkušebního zařízení. Stejně jako podrobný popis instalace zámku do držáku.



Obrázek 10 - Držák zámků

**Tabulka 3 - Seznam použitých čidel u držáku zámku**

	
<p>Opto čidlo vysílač BOS 08M-PS-RE11-02 BALLUFF <sup>[15]</sup></p>	<p>Opto čidlo přijímač BOS 08M-X-RS11-02 BALLUFF <sup>[15]</sup></p>

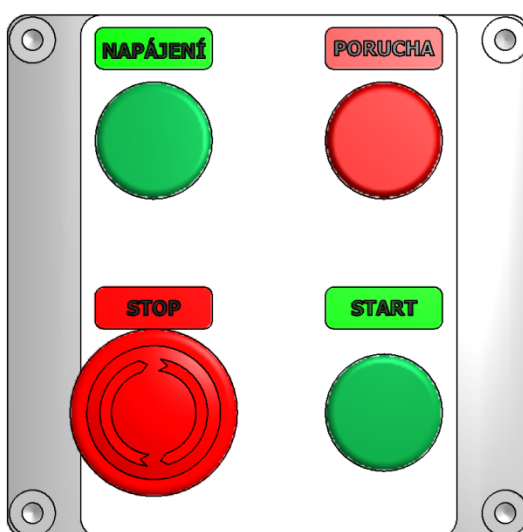
## 5.6 Deska s pneumatickými prvky

Součástí rámu stroje je i konzola, kde jsou umístěny prvky řízení pneumatického obvodu. Pneumatickému obvodu bude věnována samostatná kapitola.

## 5.7 Ovládací panel

Zařízení do provozu uvedeme pomocí počítače s nainstalovaným softwarem. Popis a ovládání programu jsou uvedeny v kapitole 8.

Zkušební zařízení je možné ovládat v průběhu zkoušky pomocí ovládacího panelu, který je umístěn na pracovní desce.



**Obrázek 11 - Ovládací panel**

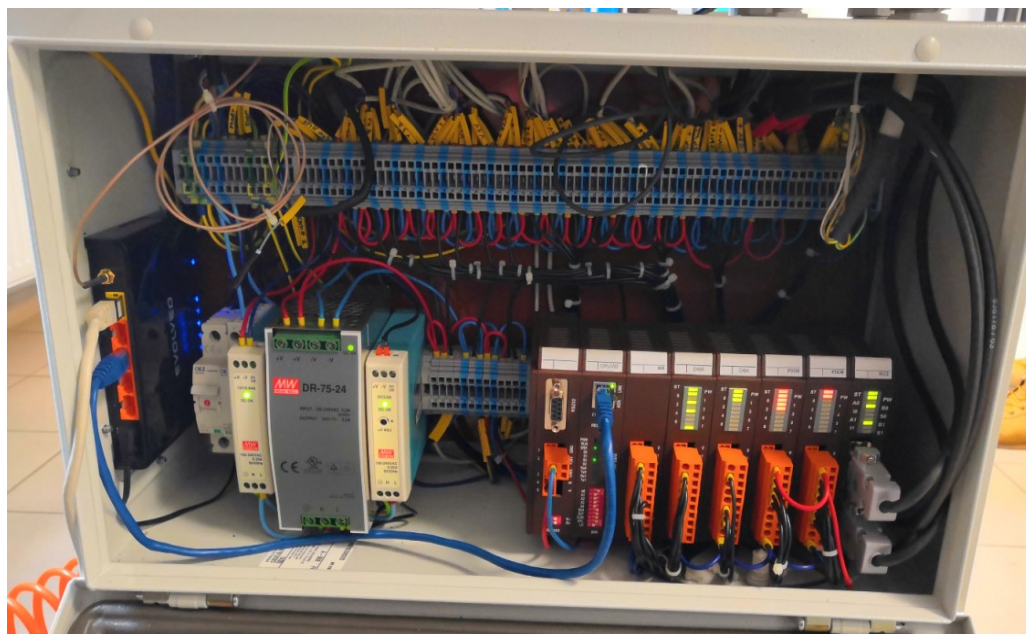
Zkušební zařízení uvedeme do pohotovostního režimu stisknutím tlačítka **START**. Režim je signalizován rozsvícením zelené kontrolky.

Vypnutí zkušebního zařízení se provede červeným tlačítkem **STOP**. Zároveň je toto tlačítko jako nouzové centrální tlačítko, které po stisknutí okamžitě odpojí zařízení od napájení elektrickým proudem a zároveň dojde k vypuštění stlačeného vzduchu z obvodu pomocí dvoustupňového ventilu s pozvolným náběhem (viz kapitola 8).

Pokud na ovládacím panelu svítí červená kontrolka **PORUCHA**, znamená to, že byl zkušební cyklus z nějakého důvodu přerušen. Přesnější identifikace problému je pak zjištěna softwarem zařízení.

## 5.8 Skříň ovládání s elektronikou

Nedílnou součástí zkušebního zařízení je skříň s řídicí elektronikou. Vzhledem k tomu, že řídicí elektronika není předmětem této diplomové práce, uvádím ji zde pouze pro úplnost a přikládám elektrické schéma, na jehož základě byla elektronika zapojena. Při zapojování a instalaci jsem spolupracoval s kolegy z firmy ECM System Solutions s.r.o., kteří měli na starost elektrickou část tohoto zkušebního zařízení.

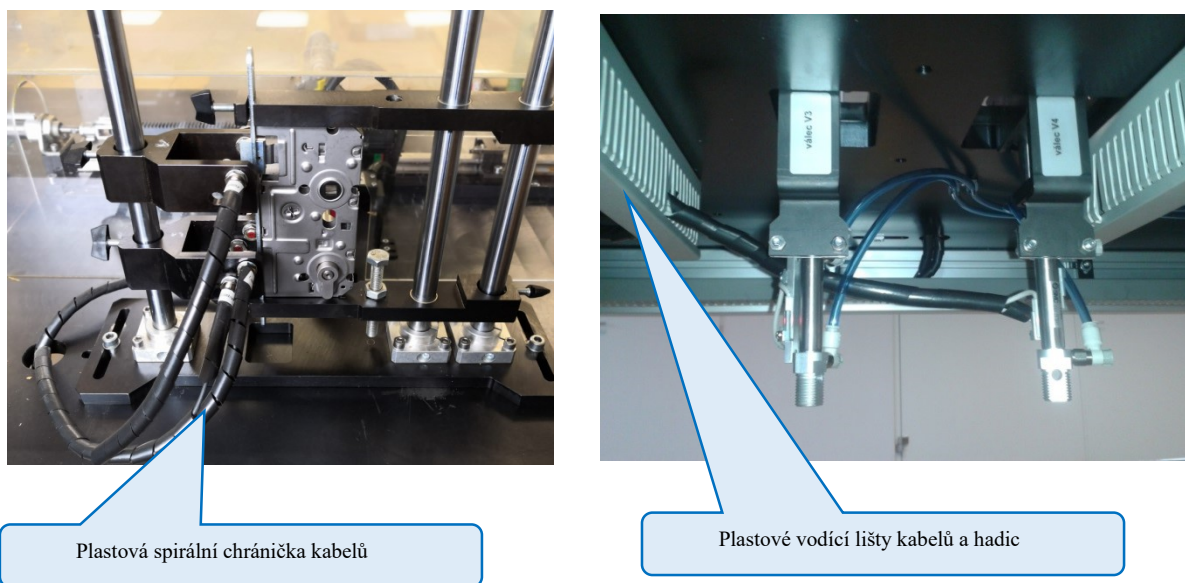


Obrázek 12 - Skříň s elektronikou



Kabely jsou k jednotlivým elektrickým komponentům vedeny buď v plastových vodičích lištách, které jsou přišroubovány k desce stolu, případně k hliníkovým profilům. Plastové lišty byly použity jak pro vedení elektrických kabelů, tak i pro vedení pneumatických hadic k jednotlivým komponentům pneumatického obvodu.

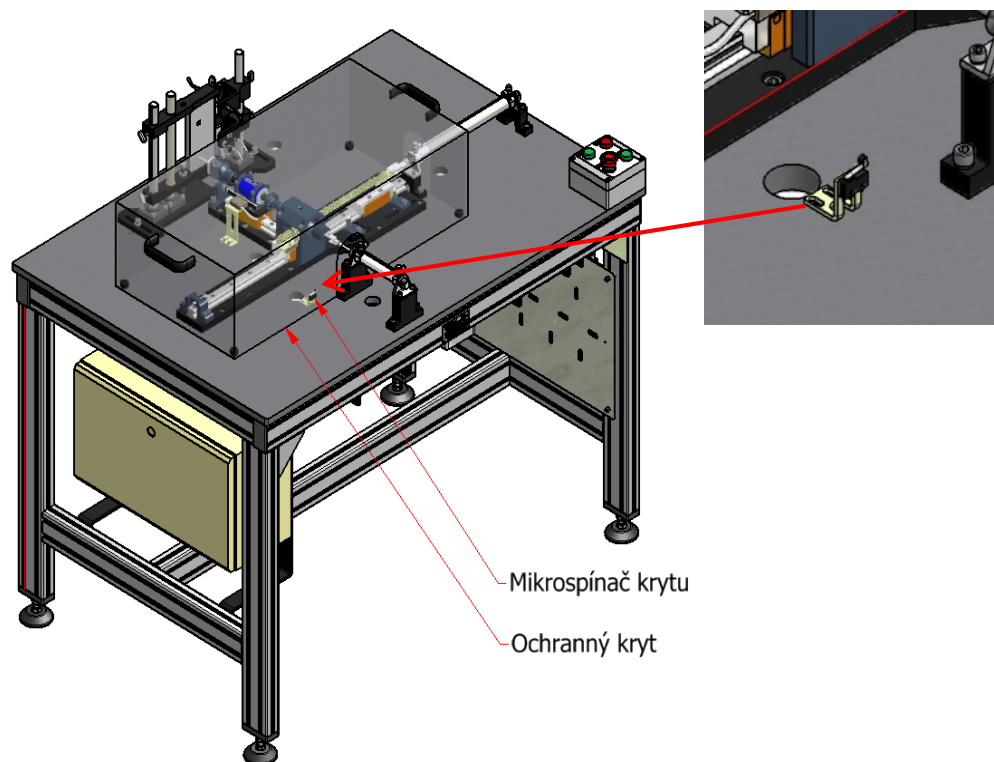
Případně jsou kabely vedeny ve spirálních polyamidových chráničkách, které umožňují mnohem flexibilnější vedení kabelů po zařízení.



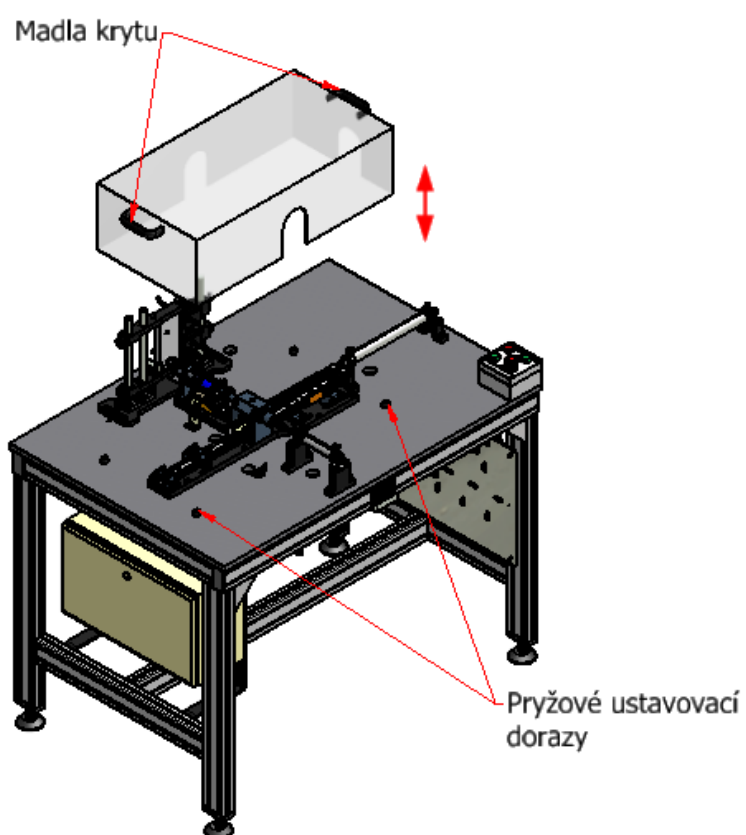
**Obrázek 14 - Příklad vedení kabelů na zařízení**

## 5.9 Kryt pohonu

Vzhledem k tomu, že na zařízení je řada pohybujících se částí, je nutno z důvodu zajištění bezpečnosti obsluhy tyto části opatřit ochranným krytem. Kryt zároveň chrání pohonný systém zařízení před případným pádem předmětů a také slouží jako ochrana před prachem a nečistotami. Kryt byl navržen a vyroben z plexiskla a díky tomu je možné i během testování pozorovat práci pohonu. Kryt je po stranách opatřen madly, která usnadňují práci s krytem. Celková koncepce tohoto krytu je zkonstruovaná tak, aby nebylo možné zahájit zkoušku dříve než je kryt na svém místě. Zkoušku je možné zahájit pouze při umístění krytu na požadované místo, kdy dojde k sepnutí mikrospínače (viz obrázky 15 ÷ 16). Poloha krytu je vymezena pomocí pryžových ustavovacích dorazů, které jsou přišroubovány k pracovní desce stolu. Stejně tak, při odejmutí krytu během testování, dojde ihned k zastavení probíhající zkoušky.



Obrázek 15 - Kryt s mikrospínačem



Obrázek 16 - Ustavovací a manipulační části krytu

## 5.10 Ovládací tablet a stolní PC

Součástí dodávky tohoto zkušebního zařízení je také ovládací tablet a stolní PC. Ovládací tablet jsem navrhl dodávat jako zvláštní příslušenství. Obsluha má možnost sledovat data v průběhu zkoušky i např. mimo budovu, než je zkušební zařízení umístěno. To se děje prostřednictvím Wi-Fi připojení. Obsluha tak může ihned reagovat v případě, že dojde k poruše, případně k destrukci klíče nebo samotného závorového mechanismu. Vzhledem k tomu, že tato zkouška má dlouhodobý charakter a probíhá nepřetržitě po dobu několika dní, jsou pro obsluhu informace o stavu zkoušky důležité.

## 6 Výpočet pneumatického obvodu a volba tlumiče.

U tohoto zařízení byly využity některé komponenty z předchozí zakázky. Jedná se o pneumatické válce V1 a V2, viz kapitola 7 tabulka 4. Tyto pneumatické válce byly původně určeny a zakoupeny jako náhradní díly pro zařízení Zkušební křídlo viz obrázek 1, ale nebyly zákazníkem odebrány. Při návrhu zkušebního zařízení, které je předmětem této práce, bylo na mé doporučení a následně vedoucím konstrukce rozhodnuto o jejich aplikaci na zkušební zařízení závorového systému mechanicky ovládaného zámku.

Tento výpočet bude proveden s ohledem na splnění akceptačních kritérií. Jedná se o maximální krouticí moment pro ovládání závory a počet cyklů, které zařízení vykoná za jednu minutu. Normou je stanoveno, že maximální krouticí moment pro ovládání závory je 1,5 Nm a za jednu minutu zařízení vykoná maximálně 15 cyklů. Při výpočtu budu uvažovat zkoušku dvouzápadkového zámku se zatahující se střelkou. Tato zkouška obsahuje největší možný počet kroků pro jeden cyklus, které je schopno zkušební zařízení vykonat (1 cyklus tohoto typu zámku je popsán v kapitole 9. Nastavení).

### 6.1 Čas jednoho cyklu

Časy pro jednotlivé kroky jsem zvolil tak, aby celkový součet těchto časů byl nižší, než 4 s. Čas vysunutí válce V1 volím  $t_{vV1}=1,2$  s (čas zasunutí válce V1 bude  $t_{zV1}=1,4$  s). Pro válce V3 a V4 platí stejný čas pro vysouvání a zasouvání  $t_{vV3} = t_{vV4} = t_{zV3} = t_{zV4} = 0,1$  s. Pro válec V2, který vykoná při jednom cyklu dvě vysunutí a dvě zasunutí.

$$t_{vV2} = t_{zV2} = 2 \cdot 0,1 = 0,2 \text{ s.}$$

Nastavení rychlosti bude u jednotlivých válců řešeno pomocí škrticích ventilů.

Celkový čas:

$$t_c = t_{vV1} + t_{zV1} + t_{vV2} + t_{zV2} + t_{vV3} + t_{zV3} + t_{vV4} + t_{zV4} = 1,2 + 1,4 + 0,2 + 0,2 + 0,1 + 0,1 + 0,1 + 0,1 = 3,4 \text{ s} \quad (6.1.1)$$

## 6.2 Určení rychlosti vysouvání válce V1 a zdvihu hřebene

Rychlost vysouvání válce V1:

$$H_{V1} = v_{vV1} \cdot t_{vV1} \rightarrow v_{vV1} = \frac{H_{V1}}{t_{vV1}} = \frac{0,2073}{1,2} = 0,173 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \quad (6.2.1)$$

Zdvih válce při otočení pastorku 2 x:

$$H_{V1} = (2 \cdot \pi \cdot r) = (2 \cdot \pi \cdot 16,5) \cdot 2 = 207,3 \text{ mm} = 0,2073 \text{ m} \quad (6.2.2)$$

Kde:  $r = 16,5 \text{ mm}$  – poloměr roztečné kružnice ozubeného kola

Vypočtená rychlost vysouvání bude použita k výpočtu návrhu hydraulického tlumiče.

## 6.3 Určení minimálního pracovního tlaku

Pro výpočet potřebného tlaku vzduchu budu vycházet z akceptačního kritéria, že maximální krouticí moment (snímaný snímačem krouticího momentu) je  $M_k = 1,5 \text{ Nm}$ . Odpovídající síla bude vyvíjena pneumatickým válcem V1 (viz obrázek 17)

Výpočet síly na hřebeni pro vyvinutí max. krouticího momentu:

$$M_k = F_{zV1} \cdot r \rightarrow F_{zV1} = \frac{M_k}{r} = \frac{1,5}{0,0165} = 90,9 \text{ N} \quad (6.3.1)$$

Tlak působící na plochu strany pístnice válce V1 (zasouvání válce V1), bez vlivu účinnosti :

$$p_t = \frac{F_{zV1}}{S_{V1}} = \frac{F_{zV1}}{\frac{\pi \cdot (D_{V1}^2 - d_{V1}^2)}{4}} = \frac{4 \cdot F_{zV1}}{\pi \cdot (D_{V1}^2 - d_{V1}^2)} = \frac{4 \cdot 90,9}{\pi \cdot (25^2 - 10^2)} =$$

$$= 0,22 \text{ MPa} = 2,2 \text{ bar} \quad (6.3.2)$$



Kde:  $D_{V1} = 25 \text{ mm}$  a  $d_{V1} = 10 \text{ mm}$  → hodnoty z katalogu SMC Industrial Automation CZ s.r.o pro válec V1.

Pracovní tlak po započítání účinnosti ozubení a účinnosti válce:

$$p_p = \frac{p_t}{\eta_v \cdot \eta_o} = \frac{2,2}{0,8 \cdot 0,98} = 2,8 \text{ bar} \quad (6.3.3)$$

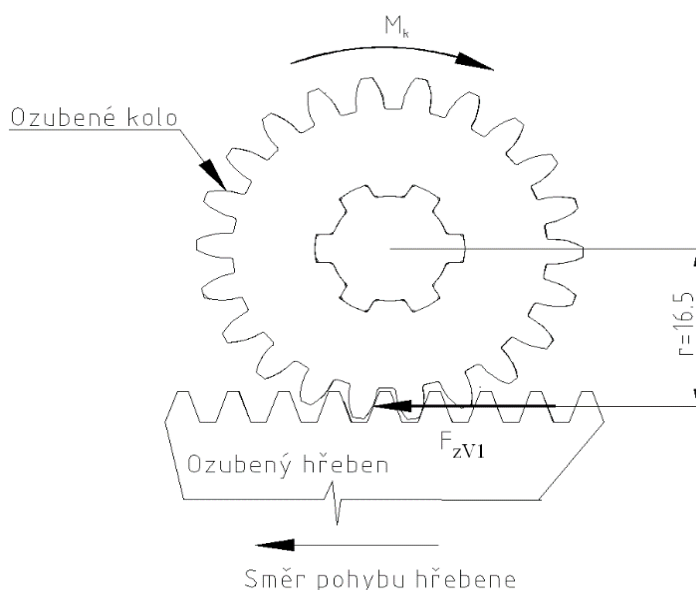
Účinnost  $\eta_v = 0,8 \div 0,9$  (ztráty třením při pohybu pístu a pístnice)

Volím  $\eta_v = 0,8$

Účinnost ozubení  $\eta_o = 0,96 \div 0,98$  (ztráty v ozubeném převodu hřeben-kolo)

Volím  $\eta_o = 0,98$

Zkušební zařízení je podle technických parametrů možné připojit k rozvodu tlakového vzduchu, kde max. tlak je 6 bar. Z výpočtu je zřejmé, že navrhovaná koncepce je vyhovující. Doporučený pracovní tlak pro práci zkušebního zařízení jsem zvolil  $p_p = 3 \text{ bar}$ . A to i s ohledem na skutečnost, že zkušební zařízení vzhledem ke své povaze a účelu nebude pracovat s velkými silami. Nižší tlak volím i s přihlédnutím na snížení spotřeby vzduchu vzhledem k počtu cyklů, které zařízení bude muset vykonat pro splnění jednoho z akceptačních kritérií (200 000 cyklů).



**Obrázek 17 - Síly v ozubení**

## 6.4 Stanovení průtoku vzduchu při 15 cyklech za minutu

Průtok vzduchu při vysouvání pístnice válce V1 [1]

$$Q_{vV1} = \frac{\pi \cdot D_{V1}^2}{4} \cdot H_{V1} \cdot n = \frac{\pi \cdot 0,025^2}{4} \cdot 0,2073 \cdot 15 = 0,00153 \text{ m}^3 \cdot \text{min}^{-1} \quad (6.4.1)$$

Průtok vzduchu při zasouvání pístnice válce V1

$$\begin{aligned} Q_{zV1} &= \frac{\pi}{4} \cdot (D_{V1}^2 - d_{V1}^2) \cdot H_{V1} \cdot n = \frac{\pi}{4} \cdot (0,025^2 - 0,01^2) \cdot 0,2073 \cdot 15 = \\ &= 0,00128 \text{ m}^3 \cdot \text{min}^{-1} \end{aligned} \quad (6.4.2)$$

Průtok vzduchu při vysouvání pístnice válce V2 (pístnice při jednom cyklu vysune 2 krát z důvodu vysunutí a zasunutí klíče)

$$Q_{vV2} = \frac{\pi \cdot D_{V2}^2}{4} \cdot H_{V2} \cdot n \cdot 2 = \frac{\pi \cdot 0,020^2}{4} \cdot 0,03 \cdot 15 \cdot 2 = 0,000283 \text{ m}^3 \cdot \text{min}^{-1} \quad (6.4.3)$$

Průtok vzduchu při zasouvání pístnice válce V2 (pístnice při jednom cyklu zasune 2x z důvodu vysunutí a zasunutí klíče)

$$\begin{aligned} Q_{zV2} &= \left( \frac{\pi}{4} \cdot (D_{V2}^2 - d_{V2}^2) \cdot H_{V2} \cdot n \right) \cdot 2 = \left( \frac{\pi}{4} \cdot (0,020^2 - 0,008^2) \cdot 0,03 \cdot 15 \right) \cdot 2 = \\ &= 0,000238 \text{ m}^3 \cdot \text{min}^{-1} \end{aligned} \quad (6.4.4)$$

Kde:  $D_{V2} = 20 \text{ mm}$  a  $d_{V2} = 8 \text{ mm}$  → hodnoty z katalogu SMC Industrial Automation CZ s.r.o pro válec V2.

Průtok vzduchu při vysouvání pístnice válce V3

$$Q_{vV3} = \frac{\pi \cdot D_{V3}^2}{4} \cdot H_{V2} \cdot n = \frac{\pi \cdot 0,012^2}{4} \cdot 0,075 \cdot 15 = 0,000127 \text{ m}^3 \cdot \text{min}^{-1} \quad (6.4.5)$$

Průtok vzduchu při zasouvání pístnice válce V3

$$Q_{zV3} = \frac{\pi}{4} \cdot (D_{V3}^2 - d_{V3}^2) \cdot H_{V3} \cdot n = \frac{\pi}{4} \cdot (0,012^2 - 0,006^2) \cdot 0,075 \cdot 15 = 0,0000954 \text{ m}^3 \cdot \text{min}^{-1} \quad (6.4.6)$$

Kde:  $D_{V3} = D_{V4} = 12 \text{ mm}$  a  $d_{V3} = d_{V4} = 6 \text{ mm}$  → hodnoty z katalogu SMC Industrial Automation CZ s.r.o pro válec V3 a V4

Průtok vzduchu při vysouvání a zasouvání pístnice válce V4 je shodný s válcem V3

$$Q_{vV4} = Q_{vV3} = 0,000127 \text{ m}^3 \cdot \text{min}^{-1} \quad (6.4.7)$$

$$Q_{zV4} = Q_{zV3} = 0,0000954 \text{ m}^3 \cdot \text{min}^{-1}$$

Celkový průtok vzduchu při 15 cyklech za minutu

$$Q_c = Q_{vV1} + Q_{zV1} + Q_{vV2} + Q_{zV2} + Q_{vV3} + Q_{zV3} + Q_{vV4} + Q_{zV4} = 0,00153 + 0,00128 + 0,000283 + 0,000238 + 0,000127 + 0,0000954 + 0,000127 + 0,0000954 = 0,00378 \text{ m}^3 \cdot \text{min}^{-1} = 3,78 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1} \quad (6.4.8)$$

Přepočet průtoku na normovaný stav [1]:

$$Q_N = Q_c \cdot \frac{p_{abs}}{p_N} \cdot \frac{T_N}{T_1} = 3,78 \cdot \frac{3 + 1}{1} \cdot \frac{293}{290} = 15,28 \text{ dm}_N^3 \cdot \text{min}^{-1} = 0,01528 \text{ m}_N^3 \cdot \text{min}^{-1} \quad (6.4.9)$$

Teplota okolí  $T_1 = 290 \text{ K} = 17 \text{ °C}$

## 6.5 Návrh hydraulického tlumiče

Výpočet celkové energie, kterou je potřeba tlumit [5]:

$$E = E_1 + E_2 = 0,707 + 0,04 = 0,747 \text{ J} \quad (6.5.1)$$

Kinetické energie při vysouvání válce V1:

$$E_1 = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_{vV1}^2 = \frac{1}{2} \cdot 2,5 \cdot 0,173^2 = 0,04 \text{ J} \quad (6.5.2)$$

Práce pohonu válce V1:

$$E_2 = F_{vV1} \cdot l = 117,9 \cdot 0,006 = 0.707 J \quad (6.5.3)$$

$$F_{vV1} = p_p \cdot \frac{\pi \cdot D_{V1}^2}{4} \cdot \eta_v = 0,3 \cdot \frac{\pi \cdot 25^2}{4} \cdot 0,8 = 117,9 N \quad (6.5.4)$$

Kde:  $l = 6 \text{ mm}$  zdvih tlumiče. Zvoleno z katalogu SMC Industrial Automation CZ s.r.o

Na základě vypočtené hodnoty celkové energie, kterou je třeba tlumit a zvolené délky zdvihu tlumiče, volím z katalogu firmy SMC Industrial Automation CZ s.r.o. hydraulický tlumič: RJ 0806L. Tento tlumič bude použit jak pro tlumení energie při vysunování válce V1, tak pro tlumení energie při vysunování válce V2.

## 6.6 Časová rozvaha

Zkušební zařízení vykoná maximálně 15 cyklů za minutu. Normou je stanoveno, že testovaný zámek musí vydržet 200 000 cyklů.

Pro vykonání 200 000 cyklů je zapotřebí 13 333 minut ( $200\,000/15$ ), 13 333 minut představuje 222,2 hodin, to je 9,26 dne. Pokud budeme předpokládat nepřetržitý provoz zkušebního zařízení.

## 7 Pneumatický obvod

### 7.1 Popis pneumatického obvodu

Pneumatický obvod je nedílnou součástí pohonu. Navrhl jsem pneumatický obvod a jako hlavního dodavatele pneumatických prvků jsem zvolil firmu SMC, se kterou jsem již v minulosti spolupracoval. Schéma pneumatického obvodu jsem vytvořil v programu AutoCAD Mechanical (viz obrázek 18). Jednotlivé pozice z obrázku 18 jsou popsány v kapitole 7.2 (čísla u prvků v tab. 4 odpovídají pozicím na obrázku 18 a číslům pozic na výkresech 04101-04-001 a 04101-04-001,SCH ). Na základě mého návrhu jsem obdržel cenovou nabídku a také termíny dodání jednotlivých komponent (mimo pneumatické válce V1 a V2). Samotný pneumatický obvod je pomyslně rozdělen na menší sekce, které jsou podrobněji popsány v následujících kapitolách.

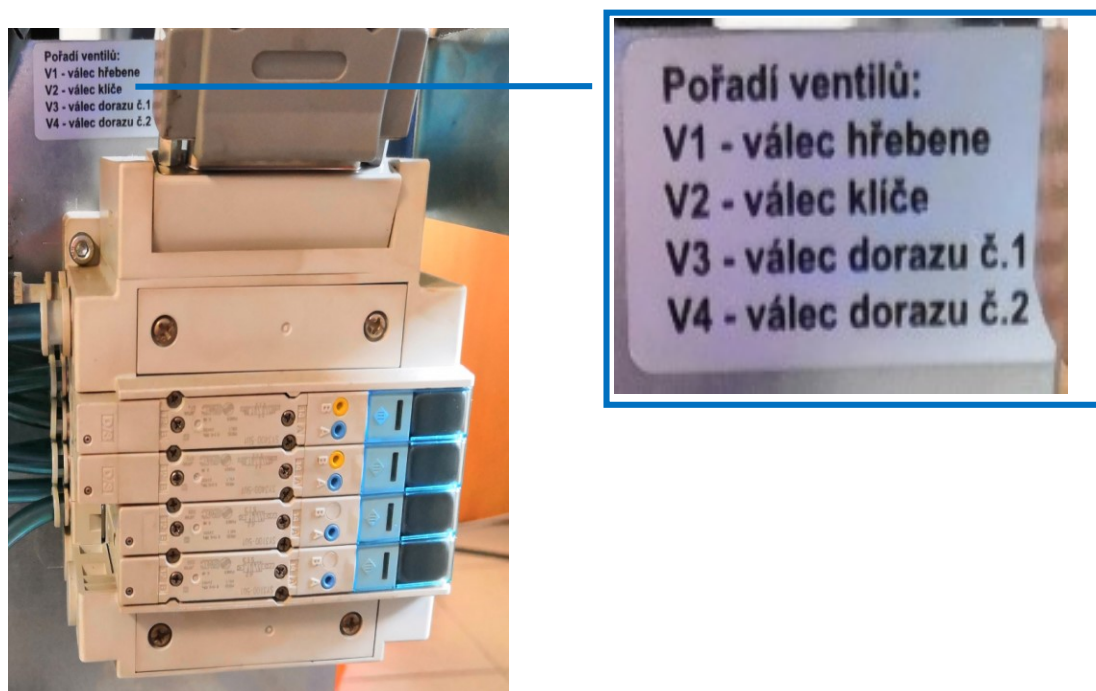


## 7.2 Vstupní část a propojení pneumatických prvků

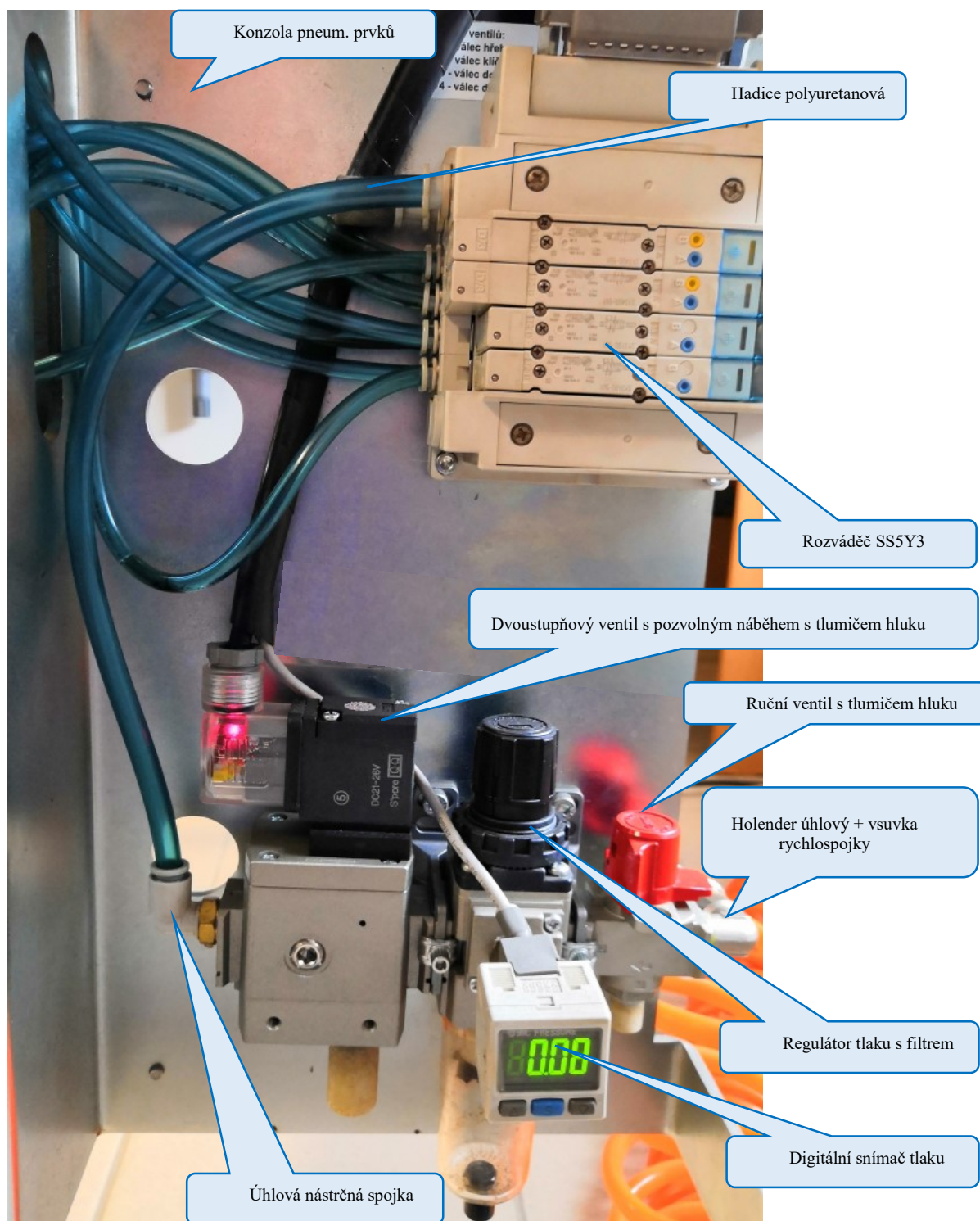
Na zkušebním zařízení jsou prvky pneumatického obvodu umístěny na konzole, která je součástí rámu (viz obrázek 20). Na této konzole je umístěn vstupní blok pneumatického odvodu s rozváděčem. Také jsou zde umístěny ostatní prvky sloužící pro rozvod a regulaci tlakového vzduchu k jednotlivým pneumatickým válcům. [7]

Popis prvků a zapojení zobrazených na obrázku 18. Tlakový vzduch je z centrálního rozvodu napojen na ručně ovládací ventil (poz. 1) pomocí vsuvky rychlospojky (poz. 3). Součástí tohoto vstupního bloku je regulátor tlaku, filtr s odlučovací nádobkou (poz. 4) a dvoustupňový ventil s pozvolným náběhem (poz. 5). Ten slouží pro pozvolné natlakování pneumatického obvodu díky škrcenému průtoku vzduchu jehlovým ventilem. Dále se využívá pro rychlé odvzdušnění systému. Jak ručně ovládaný ventil, tak i dvoustupňový ventil s pozvolným náběhem jsou opatřeny tlumiči hluku (poz. 2 a 8). Tento vstupní blok je přes úhlovou nástrčnou spojku (poz. 9) a za pomoci polyuretanové hadice (poz. 24) spojen s rozváděčem (poz. 10). Řízení rozváděče má na starost elektronika, se kterou je rozváděč spojen pomocí datového kabelu.

Pro snadnější orientaci při zapojování a případném servisu je u rozváděče umístěn popis, jak jsou vedeny hadice z rozváděče k jednotlivým pneumatickým válcům viz obrázek 19.



Obrázek 19 - Popis zapojení pneumatických válců z rozváděče



**Obrázek 20 - Vstupní část pneumatického obvodu s rozváděčem**

Za vstupní částí pneumatického obvodu jsou na konzole umístěny další prvky. Z rozváděče jsou tyto prvky propojeny pomocí polyuretanových hadic (poz. 23). Hadice jsou vedeny k modulárním regulátorům tlaku (poz. 11).



Od těchto regulátorů tlaku pokračují hadice k nástrčným T spojkám (poz. 13) a dále k digitálním snímačům tlaku a k samotným pneumatickým válcům V1, V2, V3, V4 (poz. 16, 20, 21). K pneumatickým válcům jsou hadice připojeny přes škrtecí ventily s nástrčnou spojkou (poz. 14 a 19). U jednotlivých modulárních regulátorů tlaku jsou popisy. Tyto popisy zobrazují, který pneumatický válec, a která jeho funkce jsou daným regulátorem tlaku ovládány.



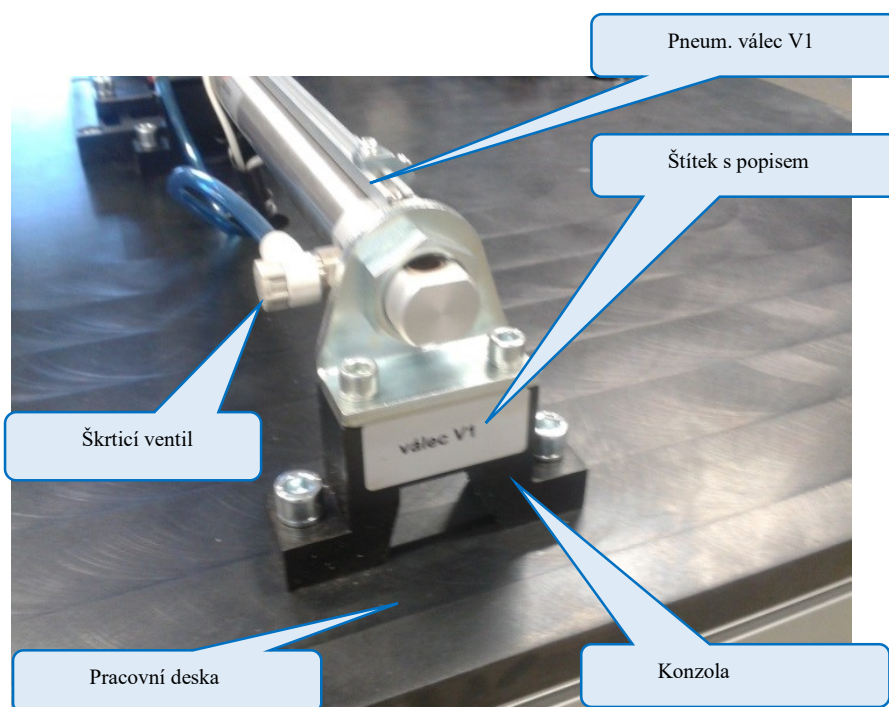
**Obrázek 21 - Umístění pneumatických prvků**

### **7.3 Uchycení a připojení pneumatických válců**

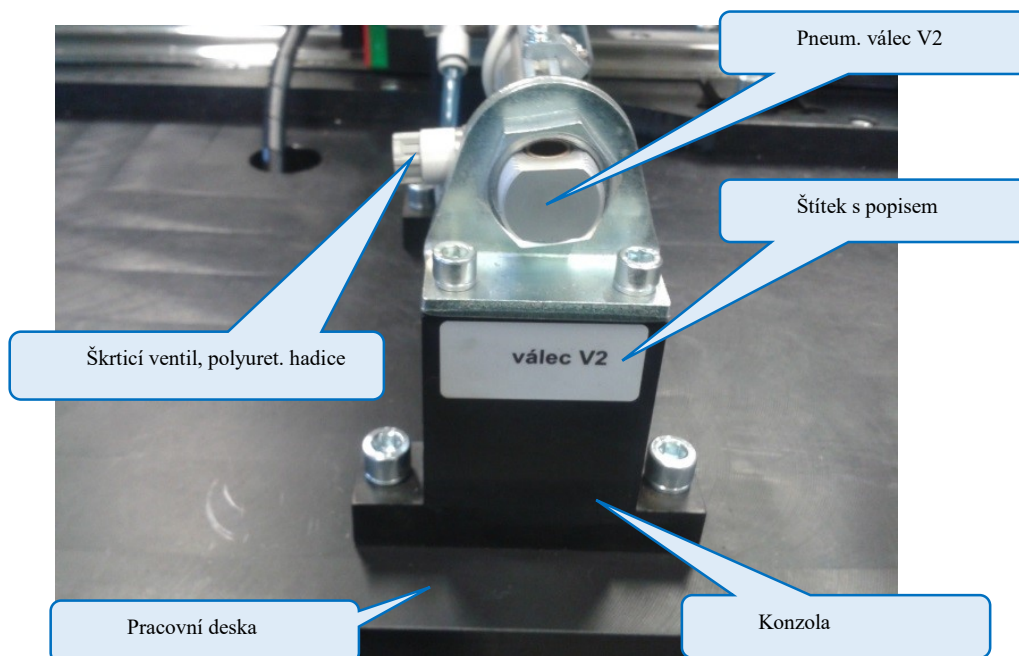
Jednotlivé válce jsou s prvky pneumatického obvodu propojeny pomocí polyuretanových hadic (poz.23). Pneumatické válce V1 a V2 jsou umístěny na konzolách, které jsou pomocí šroubů uchyceny k pracovní desce na straně pohonu (viz obrázek 22 a 23).



U všech válců jsou nalepeny na konzolách štítky s popisem, o který válec se jedná. Tyto popisy usnadní obsluhu orientaci při manipulaci se zařízením, jak při samotné kalibraci a nastavování, tak při případném servisním zásahu.



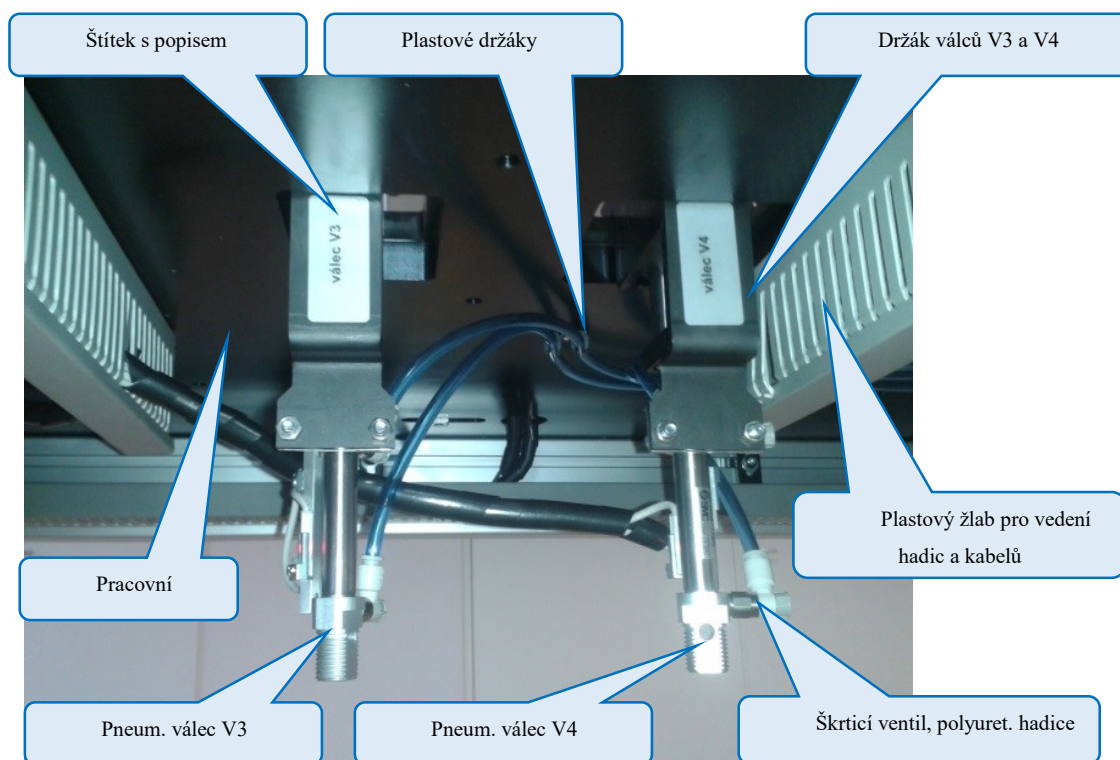
**Obrázek 22 - Připojení pneumatického válce V1**



**Obrázek 23 - Připojení pneumatického válce V2**

Hadice spolu s elektrickými kabely jsou k válcům vedeny po spodní straně pracovní desky. Jak hadice, tak i kabely, jsou k spodní straně desky přichyceny plastovými držáky kabelů, které jsou přišroubovány k pracovní desce. Pro vedení kabelů a hadic jsou použity i plastové žlaby, které jsou rovněž přišroubovány ze spodní strany pracovní desky. Pracovní deska má v příslušných místech otvory, kterými jsou hadice a kabely protaženy a vedeny k pneumatickým a elektrickým prvkům. Zobrazení jednotlivých otvorů sloužících pro vedení kabelů a hadic je popsáno v kapitole 5.2.

Pneumatické válce V3 a V4 jsou ze spodní strany k pracovní desce uchyceny pomocí držáků, jak je zobrazeno na obrázku 24. Dorazové tyče, které jsou válci ovládány, jsou vyvedeny do pracovních pozic přes otvory v pracovní desce viz kapitola 5.2.



**Obrázek 24 - Připojení pneumatických válců V3 a V4**

## 7.4 Prvky pneumatického obvodu

Tabulka 4 - Prvky pneumatického obvodu

 <p><b>1</b></p>	 <p><b>2</b></p>	 <p><b>3</b></p>
<p>Ručně ovládaný ventil 3/2, pro odvzdušnění zbytkového tlaku VHS20-F02A SMC [13]</p>	<p>Tlumič hluku AN10-01 SMC. [13]</p>	<p>Holender úhlový + Vsuvka rychlospojky TH16-38-B-R+C0P72-M38-B-C STASTO. [18]</p>
 <p><b>4</b></p>	 <p><b>5</b></p>	 <p><b>6</b></p>
<p>Filtr/Regulátor tlaku (Úprava vzduchu) AW20-F02H SMC [13]</p>	<p>Dvoustupňový ventil s pozvolným náběhem EAV2000-F02-5YO-Q SMC [13]</p>	<p>Mezikus-spojovací prvek Y200T SMC [13]</p>
 <p><b>7</b></p>	 <p><b>8</b></p>	 <p><b>9</b></p>
<p>Digitální snímač tlaku ISE30A-01-F-G SMC [13]</p>	<p>Tlumič hluku AN20-02 SMC [13]</p>	<p>Spojka úhlová, nástrčná KQ2L 08-02A SMC [13]</p>
 <p><b>10</b></p>	 <p><b>11</b></p>	 <p><b>12</b></p>
<p>Rozváděč SS5Y3-10164OBS, 3000 series SMC [13]</p>	<p>Regulátor tlaku kompaktní ARM10-08-SG SMC [13]</p>	<p>Spojka úhlová, nástrčná KQ2LF 06-01A SMC [13]</p>

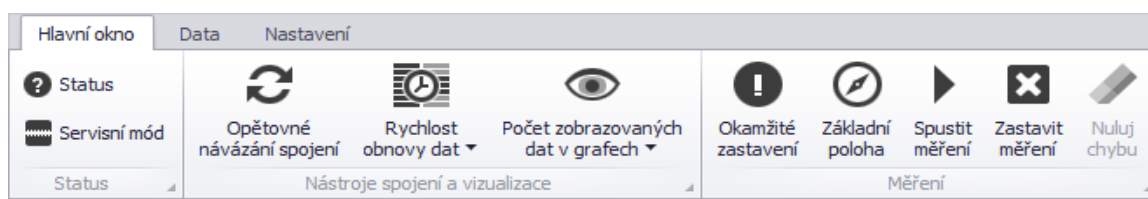
	<b>13</b>		<b>14</b>		<b>15</b>
Nástrčná spojka T KQ2T06-00A SMC <sup>[13]</sup>		Škrticí ventil se zpětným ventilem a nástrč. spojkou AS2201F-01-06S SMC <sup>[13]</sup>		Elektrický snímač polohy D-M9PI SMC <sup>[13]</sup>	
	<b>16</b>		<b>17</b>		<b>18</b>
Kruhový válec dvojčinný CD85N25-250C-A SMC <sup>[13]</sup>		Vidlice GKM10-20 SMC <sup>[13]</sup>		Držák pro snímač polohy, montáž na lištu BQ2-012 SMC <sup>[13]</sup>	
	<b>19</b>		<b>20</b>		<b>21</b>
Škrticí ventil se zpět. ventilem A1201FG-M5-06A SMC <sup>[13]</sup>		Kruhový válec dvojčinný CD85N12-25-A SMC <sup>[13]</sup>		Kruhový válec dvojčinný CD85N20-75-A SMC <sup>[13]</sup>	
	<b>22</b>		<b>23</b>		<b>24</b>
Vidlice GKM8-16 SMC <sup>[13]</sup>		Hadice polyuretanová TU0604BU SMC <sup>[13]</sup>		Hadice polyuretanová TU0805BU SMC <sup>[1]</sup>	
	<b>25</b>		<b>26</b>		
Patka pro válec (konzola) C85L16A SMC <sup>[13]</sup>		Patka pro válec (konzola) C85L25B SMC <sup>[13]</sup>			

## 8 Komunikační software a základní popis

Pro ovládání zkušebního zařízení byl dle mých požadavků vyvinut software s označením BTK. Na vývoji tohoto softwaru jsem se podílem spolu s kolegy s firmy ECM System Solutions s.r.o. Tento software slouží ke komunikaci se zařízením v případě, že se oba přístroje, jak PC, tak samotné zkušební zařízení, jsou propojeny datovým kabelem nebo se nacházejí na jedné a téže Wi-Fi síti. Software je vybaven základními ovládacími prvky, zobrazovacími prvky a prvky zajišťujícími komunikaci. V následujících kapitolách jsou popsány základní funkce komunikačního softwaru.

### 8.1 Hlavní okno

Záložka hlavní okno je základem pro zobrazování stavu zařízení a jeho jednotlivých prvků. V ovládacím panelu je možno nalézt základní prvky ovládání a prvky umožňující nastavení zobrazovaných dat na panelu „Hlavní okno“.



Obrázek 25 - Ovládací panel hlavního okna

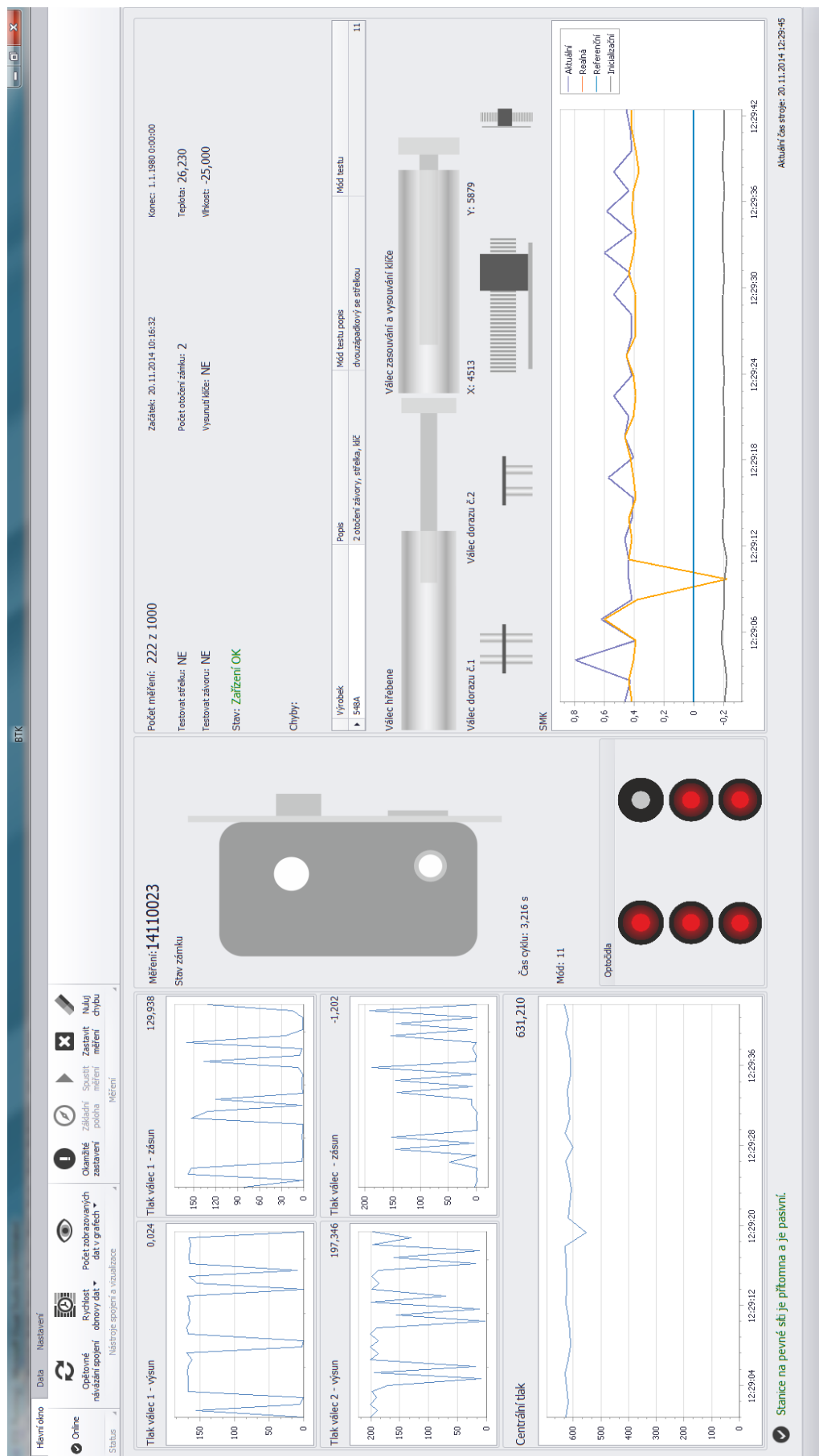
Ovládací panel zobrazuje:

**Status** – zjednodušený popis statusu zařízení a případné nastavení v servisním módu.

**Nástroje spojení a vizualizace** – možnost opětovného navázání spojení, rychlost obnovy dat (interval s jakým se budou zobrazovat aktuální data na panelu „Hlavní okno“), počet zobrazovaných dat v grafech (množství záznamů zobrazovaných v grafech na hlavním panelu).

**Měření** – prvky ovládání pro okamžité zastavení slouží pro akutní zastavení všech úkonů stroje, základní poloha po vyjmutí klíče ze zámku uvede stroj do stavu před započítáním testování, zastavení měření s uvedením do základní polohy a nulování chyb.

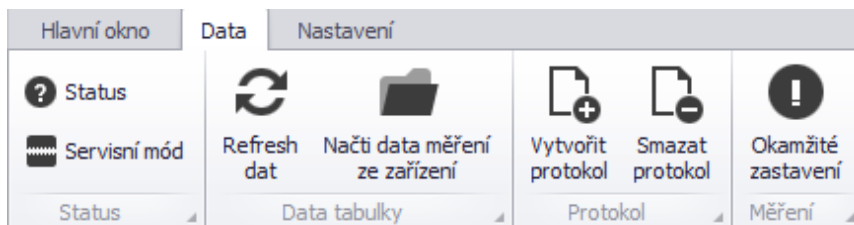
Hlavní část zobrazovaných dat je věnována hodnotám tlaků a SKM (snímač krouticího momentu) zobrazovaných v grafech. Textové hodnoty pak zobrazují aktuální nastavení měření a ikony zjednodušeně zobrazují stav jednotlivých prvků stroje a stav zámku.



Obrázek 26 - Hlavní okno

## 8.2 Data

Záložka „**Data**“ slouží pro zobrazování dat měření a vytváření protokolů. Data je možné zobrazit jak pomocí grafu, tak pomocí tabulky.



**Obrázek 27 - Ovládací panel záložky Data**

Ovládací panel zobrazuje:

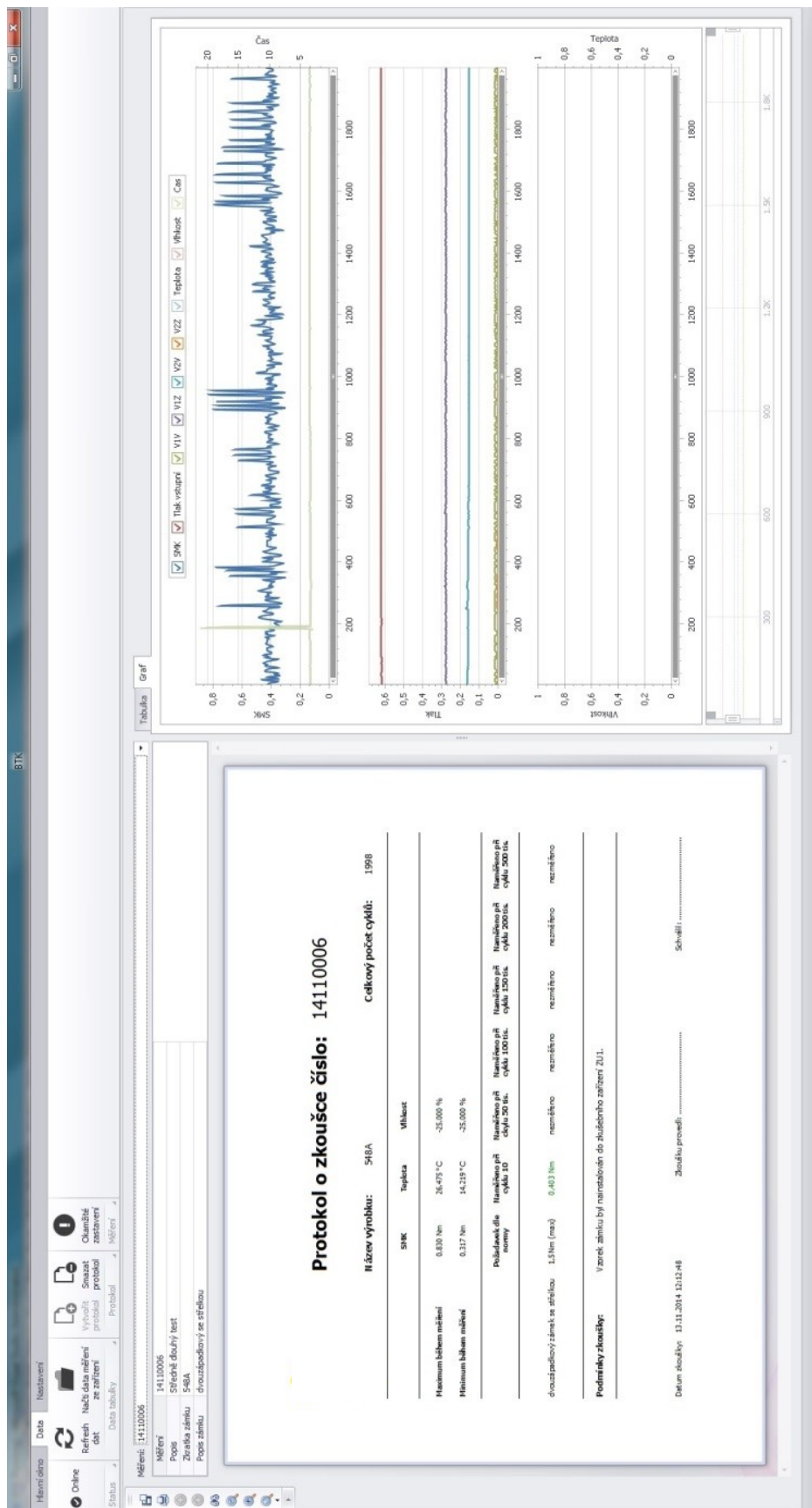
**Status** – zjednodušený popis statusu zařízení a případné nastavení v servisním módu

**Data tabulky** – „Refresh dat“ slouží pro doplnění nově načtených dat do grafu a tabulky, „Načti data měření“ při výběru měření načte všechna doposud dostupná data ze zařízení a uloží je na PC.

**Protokol** – „Vytvořit protokol“ vytvoří při absenci protokolu nový protokol z dat uložených na PC, „Smazat protokol“ odstraní existující protokol pro možnost jeho nového generování.

**Měření** – „Okamžité zastavení“ zastaví neprodleně všechny akce stroje.



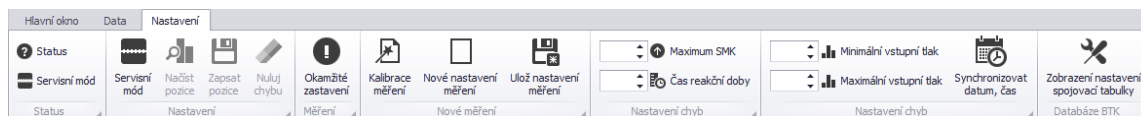


Obrázek 28 - Okno Data



## 8.3 Nastavení

Záložka „Nastavení“ slučuje jak číselník výrobků a parametrizaci měření, tak možnost manuálně spouštět jednotlivé prvky stroje.



Obrázek 29 - Ovládací panel záložky nastavení

Ovládací panel zobrazuje:

**Status** – zjednodušený popis statusu zařízení a případné nastavení v servisním módu.

**Nastavení** – přepínač „Servisního módu“, „Načíst pozice“ získá informace o aktuálním rozložení a stavu prvků, „Zapsat pozice“ předá informace stroji a ten podle požadavků okamžitě zareaguje, „Nuluj chybu“ odstraní záznam chyb pro možnost pokračování při předání příkazu.

**Měření** – „Okamžité zastavení“ zastaví neprodleně všechny akce stroje.

**Nové měření** – „Kalibrace měření“ spustí grafického průvodce kalibrace měření, „Nové nastavení měření“ zpřístupní možnost vytvoření nového záznamu o měření a v případě nutnosti ukončí měření předchozí, „Uložení nastavení měření“ je možné použít jako ukončení editace nového měření.

**Nastavení chyb** – „Maximum SMK“ nastaví hranici pro vyhlášení chyby při měření, „Čas reakční doby“ nastavuje v sekundách maximální dobu na provedení úkonu před vyhlášením chyby, „Minimální a maximální vstupní tlak“ nastavují meze, při kterých dojde k vyhlášení chyby o vstupním tlaku, „Synchronizovat datum a čas“ synchronizuje vnitřní datum a čas stroje s časem na PC.

Databáze BTK - zobrazení nastavení spojovací tabulky slouží ke kontrole nastavených dat pro komunikaci mezi PC a strojem.



## 9 Nastavení a kalibrace zkušebního zařízení

V následujících kapitolách bude popsán přesný návod nastavování zkušebního zařízení. Návod je doplněn o obrázky, případně fotografiemi.

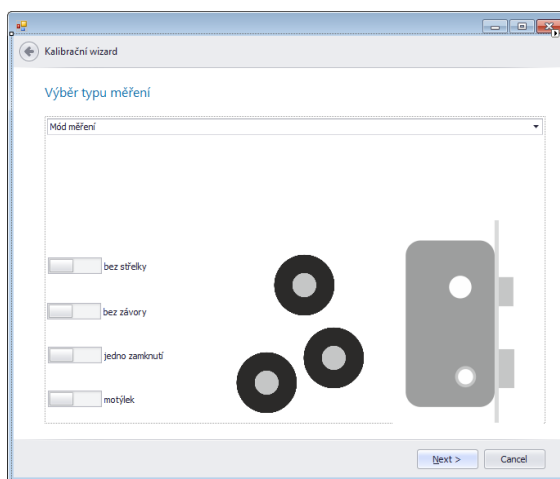
**Je nutné dodržet kroky nastavení přesně tak, jak jsou uvedeny v návodu.**

Uživatel se před novým měřením ujistí, že má v číselníku zámek, který hodlá testovat. Tuto možnost nalezne na záložce „Nastavení“ v pravé části okna. V případě, že má tento zámek v číselníku vytvořen a správně nastavený mód měření, může přistoupit k vytvoření nového měření pomocí tlačítka na panelu „Nové měření“ záložky „Nastavení“. Uživateli se zpřístupní část s možnostmi nastavení názvu měření, počtu cyklů a typu zámku. Až uložením nastavení pomocí tlačítka „Ulož nastavení měření“ je vytvořeno a okamžitě nastaveno nové měření. Pozor, přistoupením k vytvoření nového měření uživatel ukončuje měření předchozí, i když nedosáhlo požadovaného počtu cyklů.

Po těchto krocích je nutno kalibrovat zařízení pomocí grafického průvodce a až po úspěšné kalibraci je možno nechat spustit takto vytvořené nové měření. Grafický průvodce je v jednotlivých obrazovkách mimo fotografie doplněn i příslušným textem, který vychází ze samotného návodu. Tento text není z důvodů horší čitelnosti zobrazen.

### 9.1 Úvodní obrazovka grafického průvodce

Výběr módu měření je základním krokem pro určení typu kalibrace. V tomto úvodním kroku se určí, jedná-li se o měření, kde se sleduje funkce střelky, zámek bez závory, jedná-li se o jedno nebo dvouzápadkový zámek, případně bude-li použit klasický držák klíče nebo se použije adapter.



Obrázek 31 - Výběr modu měření

## 9.2 Uchycení klíče pro dozické a obyčejné zámky

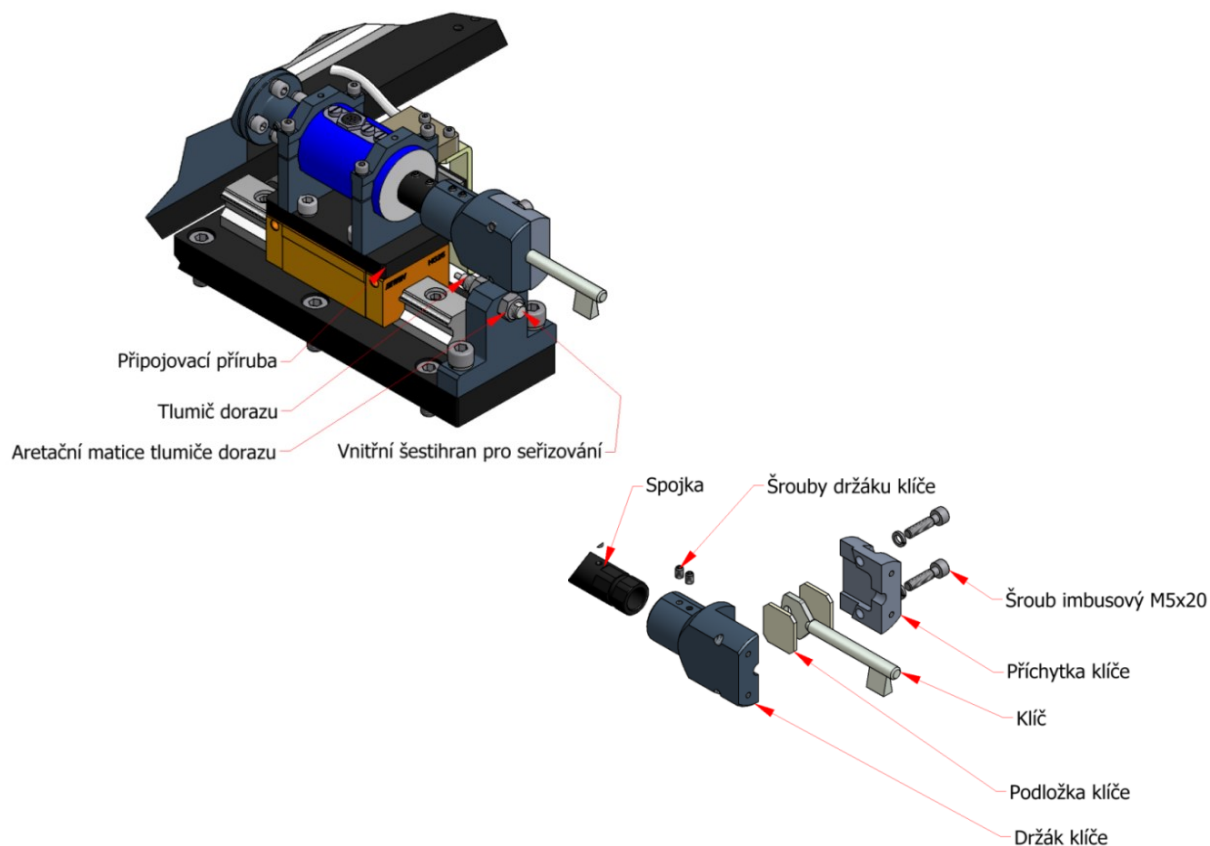
Pro uchycení klíče jsou na zařízení instalovány speciální držáky. Uchycení klíčů pro dozické a obyčejné zámky je zobrazeno na obrázku 32 a obrázku 33.

**Při umístění klíče do přípravku postupujte takto:**

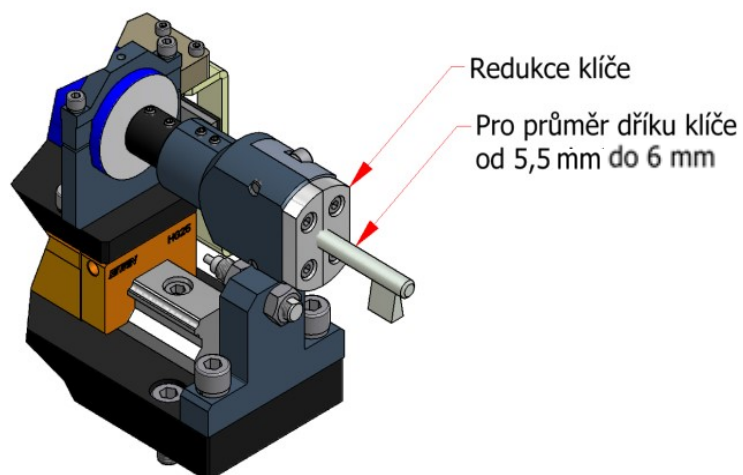
- povolte šrouby držáku klíče a sundejte příchytka klíče;
- klíč zámku umístěte mezi dvě podložky klíče, které se spolu s klíčem umístí mezi držák klíče a příchytka;
- šrouby řádně dotáhněte příchytka klíče k držáku (viz obrázek 32).

Vzhledem k různorodosti klíčů je možné u některých druhů klíčů provést drobné úpravy tak, aby je bylo možné do držáku klíče umístit. Např. zbrousením ploch hmatníku klíče. Tato úprava nemá žádný vliv na provedení zkoušky a nedojde k jejímu zkreslení.

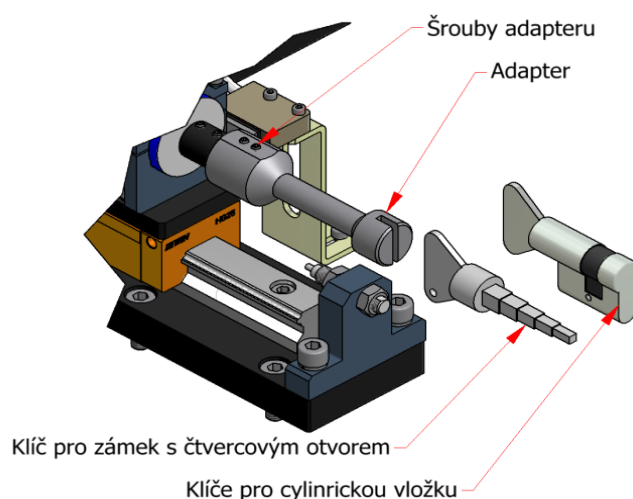
Pro klíče, u kterých je průměr dřívku od 5,5 mm do 6 mm, je nutné na příchytka klíče a držák klíče našroubovat redukci. Ta slouží k optimálnímu vedení klíče vzhledem k ose zámku (viz obrázek 33).



**Obrázek 32 - Uchycení klíče dozického zámku**



**Obrázek 33 - Uchycení klíče s redukcí**



**Obrázek 34 - Uchycení klíče pro cylindrické a jiné vložky**

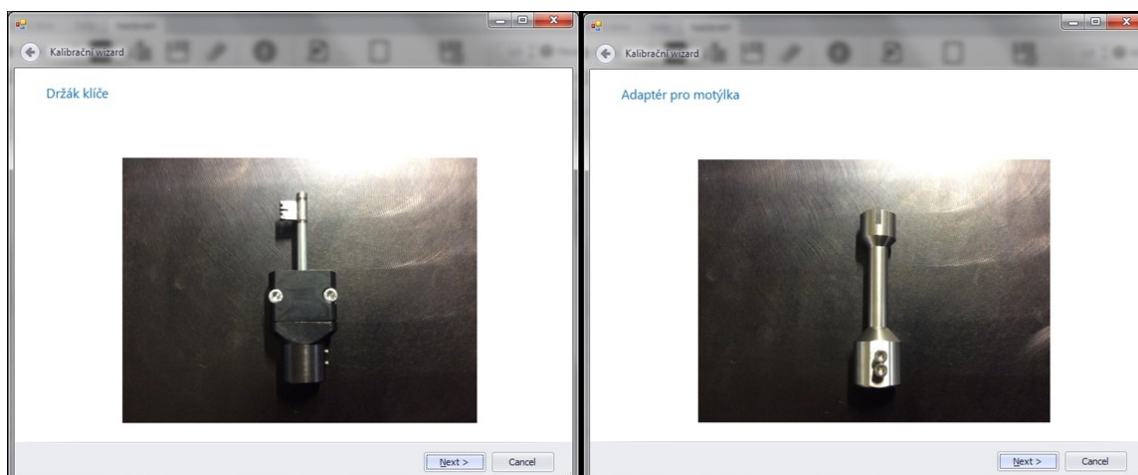
### 9.3 Uchycení klíče pro cylindrické a jiné vložky

Vzhledem k tomu, že u těchto typu zámků v průběhu zkoušky nedochází k vysunování a zasunování klíče (používají se speciální klíče a po namontování vložky je klíč pevně spojen se zámkem), je nutné zámek s namontovanou vložkou umístit do držáku (viz kapitola 9.4).

Potom povolte šrouby držáku klíče a držák sundejte ze zařízení (viz obrázek 32). Na jeho místo nasadte adapter a utáhněte šrouby adapteru (viz obrázek 34). Adapter je ze strany klíče opatřen drážkou, do které je klíč zasunut.

Na držáku zámku povolte šrouby  $M8 \times 30$  a celý držák posuňte v ose X a Y tak, aby klíč zapadl do drážky adapteru, (viz obrázky 36 a 38). Potom šrouby držáku zámku dotáhněte. Dbejte na to, aby adapter byl v ose s osou klíče (válec č. 2 je zasunutý).

V průběhu této zkoušky nedochází k vysunování a zasunování válce V2. Po celou dobu zkoušky je válec V2 zasunutý.



**Obrázek 35 - Držák klíče/adapter pro motýlka**

V grafickém průvodci se postupně zobrazí obě obrazovky. Stiskem tlačítka „Next“, popřípadě „Cancel“, vybereme způsob uchycení klíče (viz obrázek 35). Jakmile je vybrána funkce pro použití adapteru, nedochází k vysunování válce V2.

## 9.4 Uchycení zámku

Uchycení testovaného zámku do přípravku je znázorněno na obrázku 38.

**Při uchycení zámku do držáku zámku postupujte následujícím způsobem.**

- uvolněte horní rameno (povolením aretačního šroubu u vodící tyče), zámek vložte do drážek na ramenech přípravku a zámek připevněte pomocí aretačních šroubů (obrázek 36); spodní plocha zámku se musí dotýkat plochy dolního ramene;

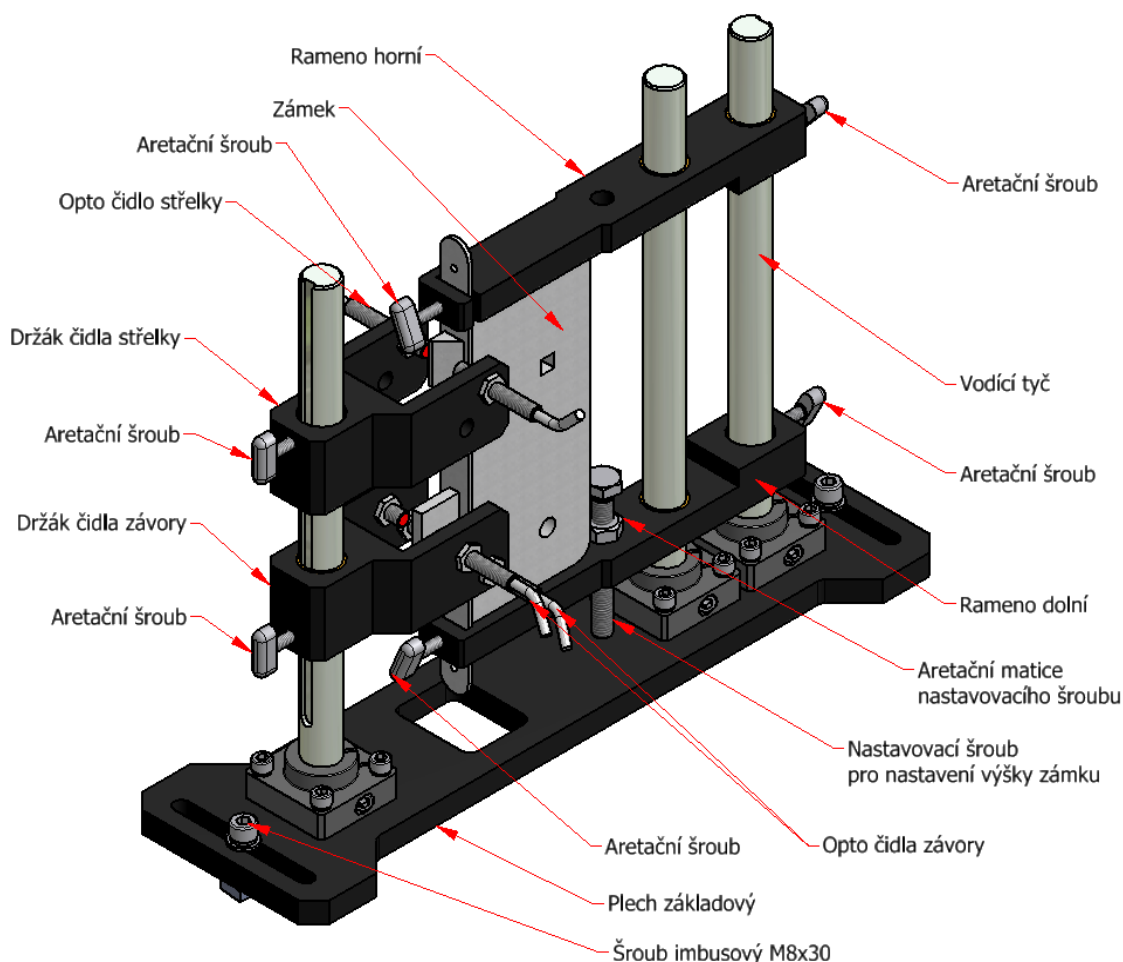
- pomocí nastavovacího šroubu nastavte výšku zámku tak, aby klíč zámku byl v ose otvoru v zámku (obrázek 36). Aretační šrouby na vodící tyči jsou povoleny. Po seřízení dotáhněte aretační šrouby a zajistěte matici nastavovacího šroubu;

- povolením imbusových šroubů M8 x 30 je možné základovým plechem pohybovat ve dvou osách tak, jak je znázorněno na obr. 38 a nastavit tak celý držák zámku do požadované polohy. Posunováním držáku zámku v ose X můžeme měnit i potřebné vysunutí pístu válce č. 2 (neplatí pro zkoušky, kde nedochází k vysunování klíče ze zámku); po ustavení šrouby řádně dotáhněte;

- držák optočidla střelky nastavte tak, aby střed čidla byl ve středu střelky. Držák zajistěte aretačním šroubem;

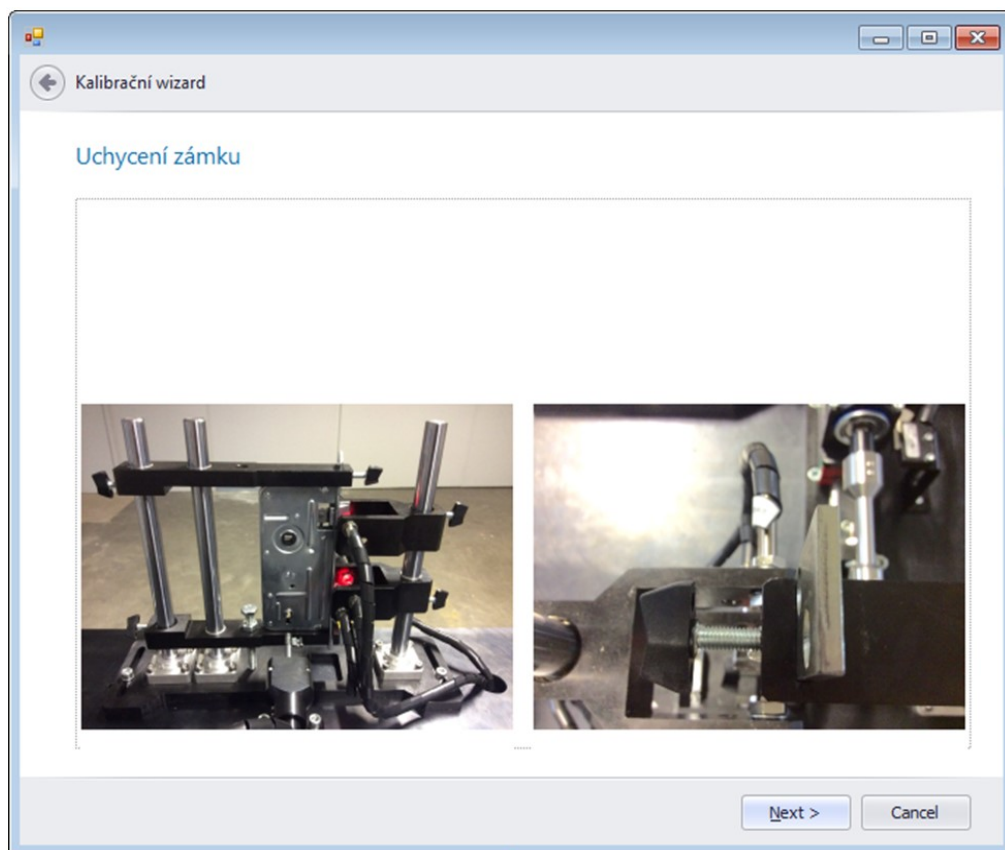
- držák optočidel závory nastavte tak, aby závora byla po vysunutí před oběma čidly. Držák zajistěte aretačním šroubem. Při jednoduchém typu zámku stačí, aby závora byla před jedním čidlem (tím, které je blíže zámku). Druhé čidlo bude v nastavovacím programu pro tento typ zámku vyřazeno z činnosti;

- je důležité, aby po tomto seřízení bylo možné klíč volně vsunout a vysunout ze zámku.

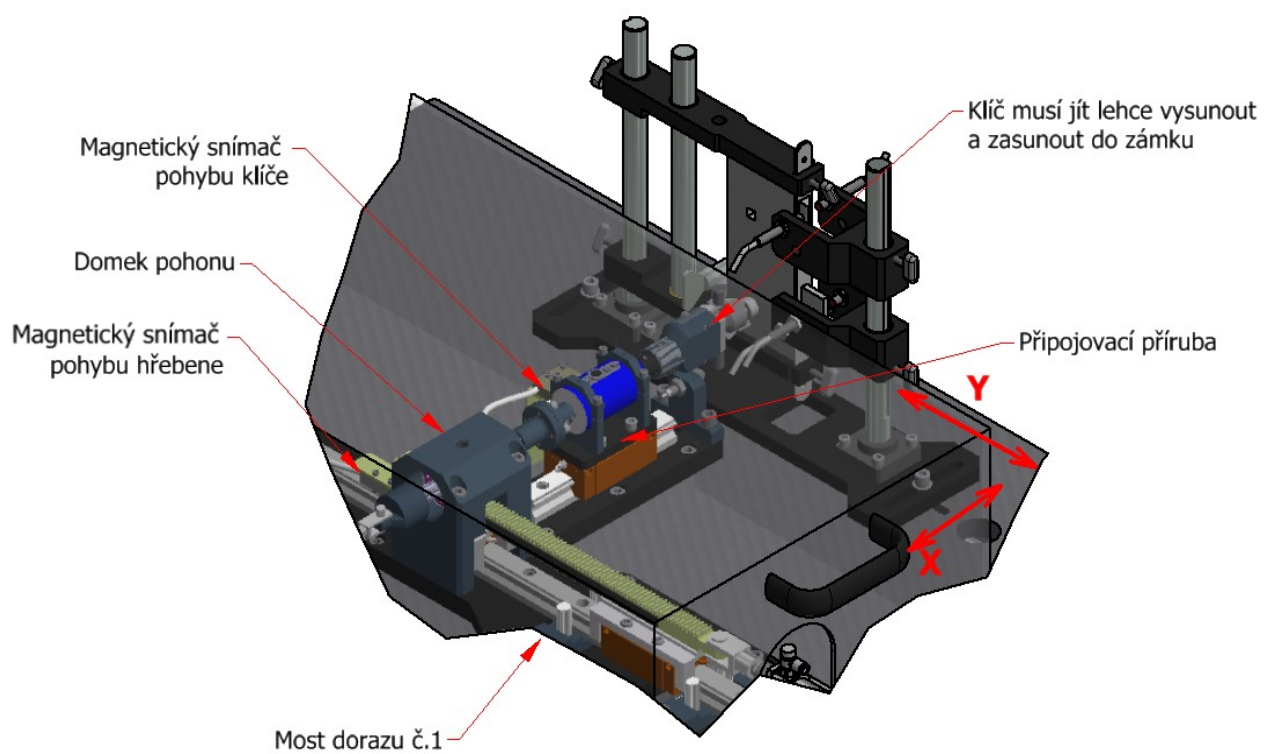


**Obrázek 36 - Držák zámku s instalovaným zámkem**





**Obrázek 37 - Uchycení zámku**



**Obrázek 38 - Držák zámku s klíčem**



## 9.5 Uchycení zámku pro jiné než dozické a obyčejné zámky

Zámky s cylindrickou vložkou nebo s vložkou se čtvercovým otvorem se do držáku zámku uchycují tak, jak je popsáno v kapitole 9.4. U těchto typu zámků se používají speciální klíče. Tyto klíče jsou pro zkoušku namontovány spolu s vložkou do tělesa zámku a není možné je během zkoušky vytahovat a zasunovat. To je třeba zohlednit při nastavování zkoušky pro tyto typy zámků. Uchycení klíče se provede tak, jak je popsáno v kapitole 9.2.

**Osa speciálního klíče musí být v ose adapteru.**

## 9.6 Speciální pokyny pro typy zámků při uchycení do držáku

Následující pokyny, v závislosti na vybraném modu měření, popisují důležité kroky, které je nutno dodržet při ustavení zámku do držáku.

### **Dvouzápadkový se střelkou a klíčem (11) – (číslice značí číslo modu měření)**

- zkontrolovat nastavení os přípravku klíče vůči pozici zámku, aby nedocházelo k asymetrickému zamykání, testovat ručním posouváním hřebene;
- plné zasunutí válce V1 musí být konzistentní se zapadnutím střelky, nesmí být větší, než dovoluje zámek s rezervou 2 mm pro úplné zatažení střelky.

### **Jednozápadkový se střelkou a klíčem (12)**

- zkontrolovat nastavení os přípravku klíče vůči pozici zámku, aby nedocházelo k asymetrickému zamykání, testovat ručním posouváním hřebene;
- plné zasunutí válce V1 musí být konzistentní se zapadnutím střelky, nesmí být více, než dovoluje zámek s rezervou 2 mm pro úplné zatažení střelky.

### **Dvouzápadkový bez střelky s klíčem (13)**

- zkontrolovat nastavení os přípravku klíče vůči pozici zámku, aby nedocházelo k asymetrickému zamykání, testovat ručním posouváním hřebene.

### **Jednozápadkový bez střelky s klíčem (14)**

- zkontrolovat nastavení os přípravku klíče vůči pozici zámku, aby nedocházelo k asymetrickému zamykání, testovat ručním posouváním hřebene.

### **Střelka s klíčem (15)**

- zkontrolovat nastavení os přípravku klíče vůči pozici zámku, aby nedocházelo k asymetrickému zamykání, testovat ručním posouváním hřebene;

- plné zasunutí válce V1 musí být konzistentní se zapadnutím střelky, nesmí být více, než dovoluje zámek s rezervou 2 mm pro úplné zatažení střelky.

### **Dvouzápadkový se střelkou a motýlkem (21)**

- nastavit tak, aby V2 byl na plném zasunutí válce;

- plné zasunutí válce V1 musí být konzistentní se zapadnutím střelky, nesmí být více, než dovoluje zámek s rezervou 2 mm pro úplné zatažení střelky;

- zkontrolovat nastavení os přípravku motýlka, aby nedocházelo k asymetrickému zamykání, testovat ručním posouváním hřebene.

### **Jednozápadkový se střelkou a motýlkem (22)**

- nastavit tak, aby válec V2 byl na plném zasunutí válce;

- plné zasunutí válce V1 musí být konzistentní se zapadnutím střelky, nesmí být více, než dovoluje zámek s rezervou 2 mm pro úplné zatažení střelky;

- zkontrolovat nastavení os přípravku motýlka, aby nedocházelo k asymetrickému zamykání, testovat ručním posouváním hřebene.

### **Dvouzápadkový bez střelky s motýlkem (23)**

- nastavit tak, aby V2 byl na plném zasunutí válce;

- plné zasunutí válce V1 musí být konzistentní s možností otočení závory, nesmí být více, než dovoluje zámek;

- zkontrolovat nastavení os přípravku motýlka, aby nedocházelo k asymetrickému zamykání, testovat ručním posouváním hřebene.

### **Jednozápadkový bez střelky s motýlkem (24)**

- nastavit tak, aby V2 byl na plném zasunutí válce;

- plné zasunutí válce V1 musí být konzistentní s možností otočení závory, nesmí být více, než dovoluje zámek;

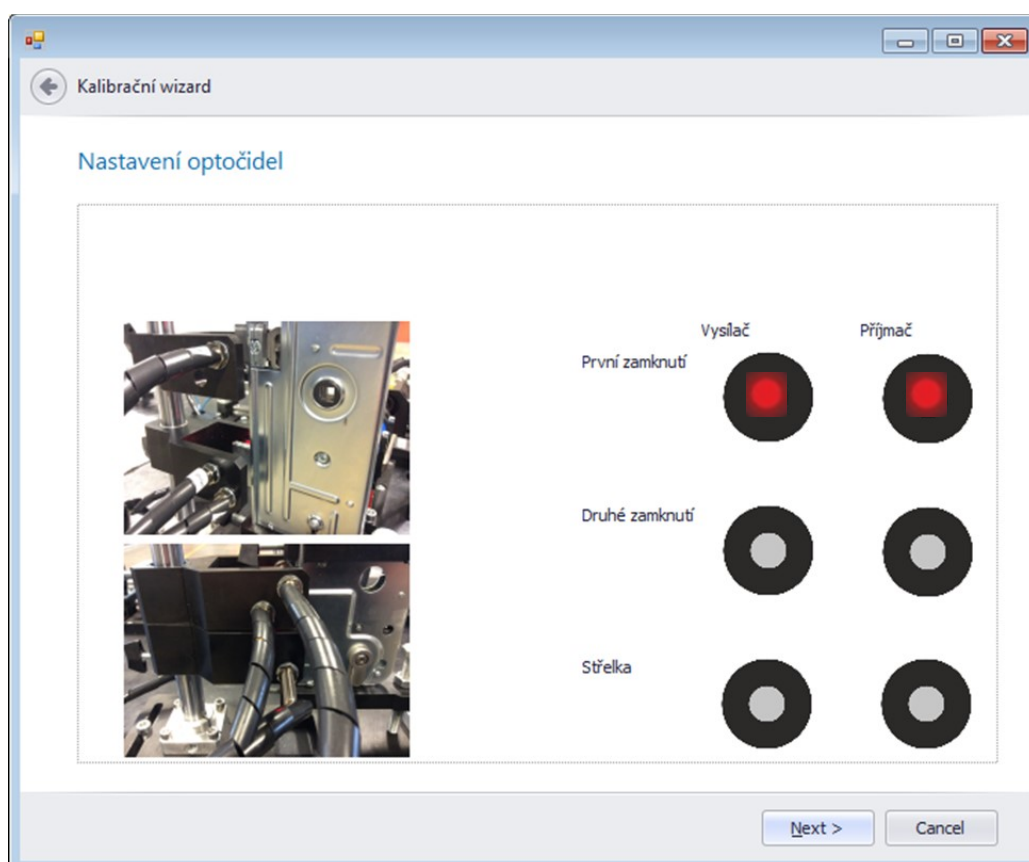
- zkontrolovat nastavení os přípravku motýlka, aby nedocházelo k asymetrickému zamykání, testovat ručním posouváním hřebene.

### **Střelka a motýlek (25)**

- nastavit tak, aby V2 byl na plném zasunutí válce;
- plné zasunutí válce V1 musí být konzistentní se zapadnutím střelky, nesmí být více, než dovoluje zámek s rezervou 2 mm pro úplné zatažení střelky;
- zkontrolovat nastavení os přípravku motýlka, aby nedocházelo k asymetrickému zamykání, testovat ručním posouváním hřebene.

## **9.7 Ověření optočidel na držáku zámku**

Podle vybraného modu měření a po instalaci zámku do držáku systém sám ověří funkci jednotlivých optických čidel a to tak, že obsluha ručně vysune závoru prvním, případně druhým zamknutím. Pokud je zámek opatřen zatahující se střelkou, ručně pomocí klíče střelku zasuneme. Na kalibrační obrazovce dojde u příslušných optočidel ke zbarvení středových kruhů do červena (viz obrázek 39).

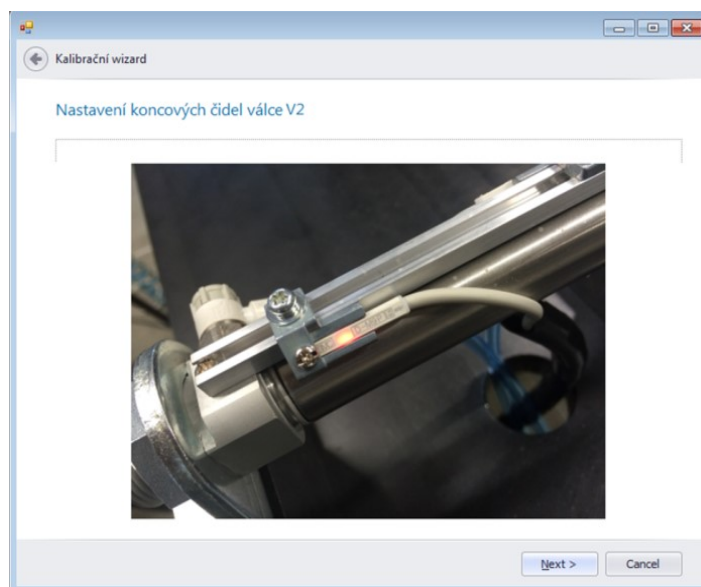


**Obrázek 39 - Ověření funkce optočidel**

## 9.8 Nastavení vysunutí a zasunutí klíče

Při splnění kroků v kapitolách 9.4 a 9.5 proveďte nyní nastavení pro vysunování a zasunování klíče. Nastavení vysunování a zasunování klíče se provádí ručně. Postupujte následovně:

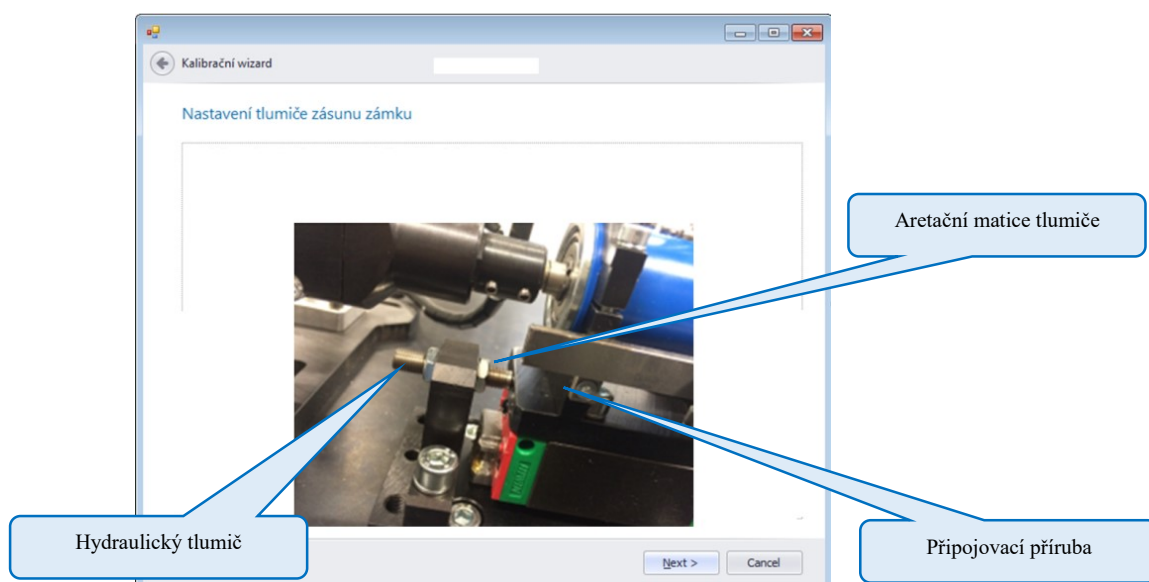
- na zasunutém válci V2 nastavte ručně snímač polohy (poloha zasunutého válce V2); signalizační LED dioda na snímači svítí červeně;



**Obrázek 40 - Nastavení snímače polohy zasunutého válce V2**

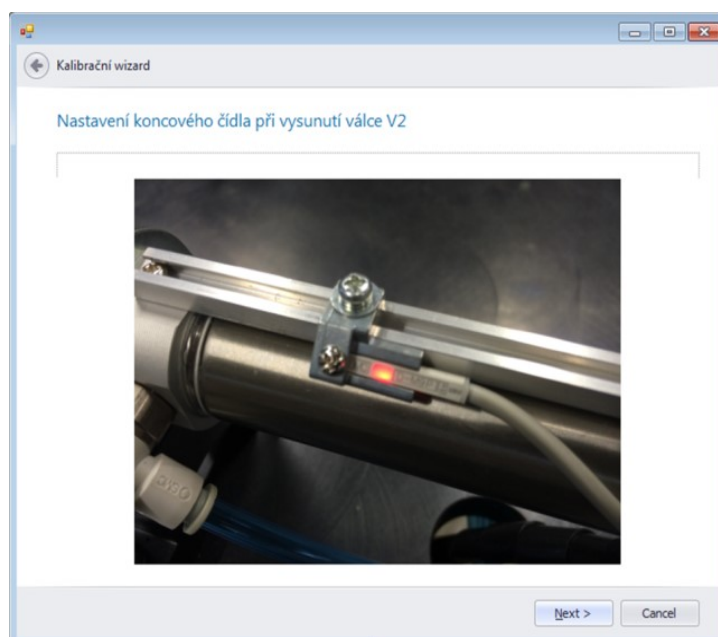
- vysuňte pístnici válce V2 tak, aby klíč byl optimálně zasunutý v zámku; to znamená, že klíčem je možno odemýkat a zamykat; to vyzkoušíte ručním otočením celého držáku klíče (píst válce V2 nesmí být vysunut až do krajní polohy);

- klíč musí jít (již uchycen v držáku klíče) lehce vysunout a zasunout do otvoru v zámku. Klíč zasuňte do zámku a pomocí tlumiče dorazu pro zasunutí klíče zajistěte tuto polohu. Tlumič slouží jako doraz při zasunutí klíče, aby nedošlo k deformaci zámku při zasunování klíče. Na tlumiči jsou dvě aretační matice, které během seřizování povolte. Pro seřizování polohy tlumiče použijte vnitřní šestihran, který je na tlumiči. Tlumič vyšroubujte proti připojovací přírubě, až se dorazová tyčinka tlumiče zcela schová. Při tomto kroku si jezdce lineárního vedení přidržujte rukou, aby nedošlo k samovolnému zasunování válce V2. Po seřízení aretační matice tlumiče dotáhněte (viz obrázek 41);



**Obrázek 41 - Nastavení tlumiče při zasunutí klíče do zámku**

- na vysunutém válci V2 ručně nastavte snímač polohy tak, aby signalizační LED dioda svítila červeně při vysunutém válci V2 na tlumič.



**Obrázek 42 - Nastavení snímače polohy při vysunutém válci V2**

Nastavování vysunutí a zasunutí klíče se provádí pouze u zámku s použitím klíče dozického a obyčejného. U zámku s cylindrickou vložkou, případně pro „čtyřhranný“ klíč, se nastavení vysunování a zasunování klíče neprovádí. Klíč je po celou dobu zkoušky zasunut v zámku.

## 9.9 Nastavení výchozí a koncové polohy hřebene

Po splnění kroků instalace popsaných v kapitolách 9.2 až 9.8, můžeme přistoupit k nastavení poloh hřebene, v závislosti na zvoleném modu měření. Nastavení se provádí ručně. V jednotlivých následujících kapitolách bude podrobně popsán postup nastavení pohonu hřebene s ohledem na typ zkoušeného zámku, respektive na zvoleném modu.

### 9.9.1 Nastavení výchozí polohy pro dvouzápadkový zámek se zatahující se střelkou

- klíč nebude zasunut v zámku.

- píst válce V1 ručně vysuneme o 20 mm;

- povolte šrouby mostu dorazu č. 1 a posuňte je směrem k domku pohonu;

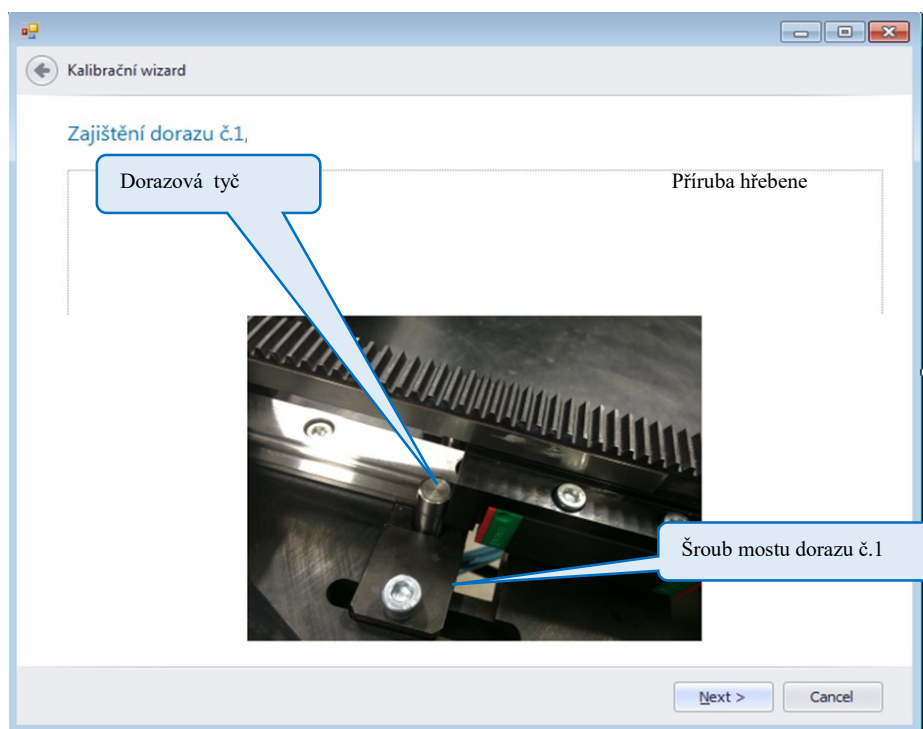
- nyní se přesvědčte, jestli je možné klíč zasunout do zámku. Ručně provedeme vysunutí válce V2. V případě, že klíč nelze zasunout do zámku, je nutné provést seřízení polohy klíče a to tak, že posuneme hřebenem směrem od válce o hodnotu, která zajistí, že klíč je ve správné (kolmé) poloze a lze jej lehce zasunout a vysunout;

- přisuňte most dorazu č. 1 k přírubě hřebene, až se vysunuté dorazové tyče dotknou příruby hřebene. Poloha hřebene musí zůstat nezměněna, to zajistíme jeho přidržením a potom dotáhneme šrouby mostu dorazu č. 1 (viz obrázek 43).

Otočte klíčem tak, aby se schovala střelka. Píst válce se zasune o hodnotu cca 10 mm. (Přesvědčíme se, že na válci je dostatečný zdvih pro zasunutí střelky). Potom klíč vraťte do výchozí polohy.

Nyní máme nastavenou výchozí polohu hřebene.

**Přesvědčte se, že klíč je možné zasunout a vysunout ze zámku.**

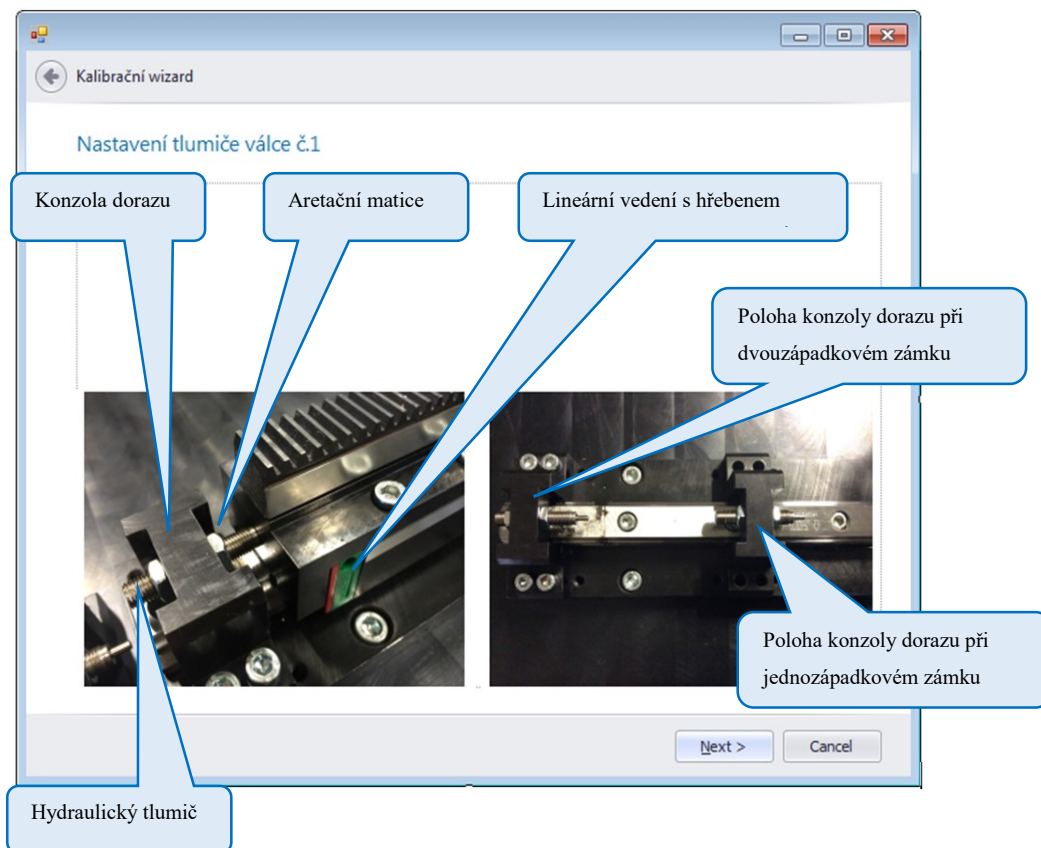


**Obrázek 43 - Nastavení dorazu č. 1**

### **9.9.2 Nastavení koncové polohy pro dvouzápadkový zámek se zatahující se střelkou**

- klíč zasuněte do zámku;
- tyče dorazu jsou zasunuty a píst válce V1 vysuňte o potřebnou délku, než dojde k úplnému vysunutí závory;
- po úplném vysunutí závory, musí klíč zůstat v kolmé poloze tak, aby jej bylo možné lehce vytáhnout;
- uvolněte konzolu dorazu s tlumičem a přisuňte ji k přírubě hřebene;
- na tlumiči povolte dvě aretační matice. Pro seřizování polohy tlumiče použijte vnitřní šestihran, který je na tlumiči. Tlumič vyšroubujte proti přírubě dorazu, až se dorazová tyčinka tlumiče zcela schová. Při tomto kroku si jezdce lineárního vedení s hřebenem přidržujte rukou, aby nedošlo k samovolnému zasunování válce V1. Po seřízení aretační matice tlumiče dotáhněte (viz obrázek 44);
- na vysunutém válci V1 ručně nastavte snímač polohy tak, aby signalizační LED dioda svítila červeně při vysunutém válci V1 na tlumič. Tyčinka tlumiče zcela schovaná (stejně jako tomu bylo na válci V2 viz obrázek 42).

**Přesvědčte se, že klíč je možné zasunout a vysunout ze zámku.**

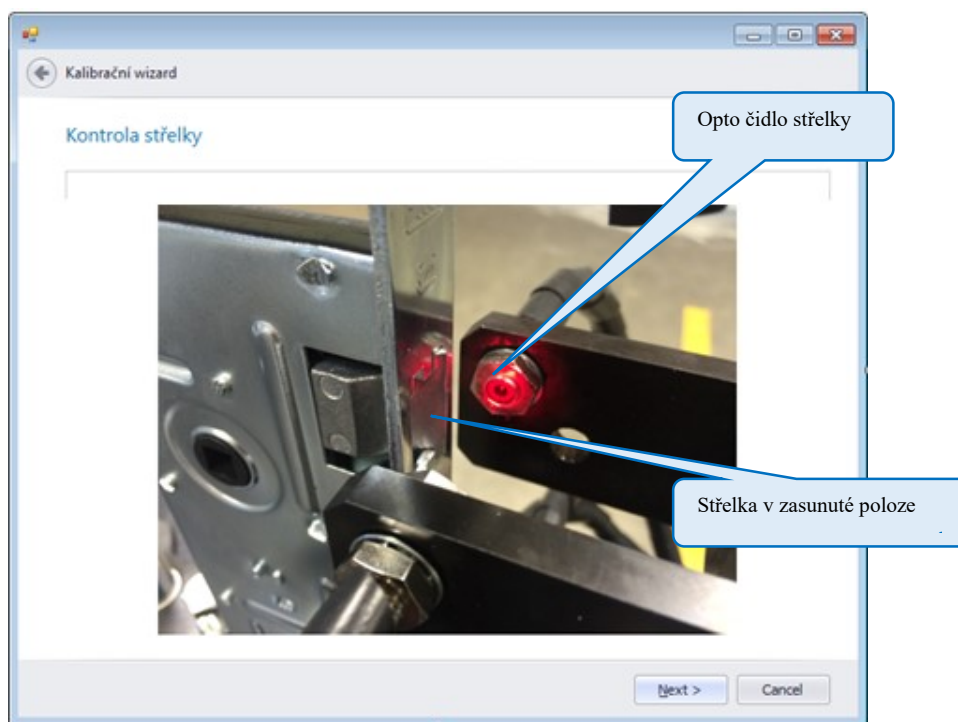


**Obrázek 44 - Nastavení koncové polohy válce V1**

### 9.9.3 Nastavení polohy hřebene pro zasunutí střelky

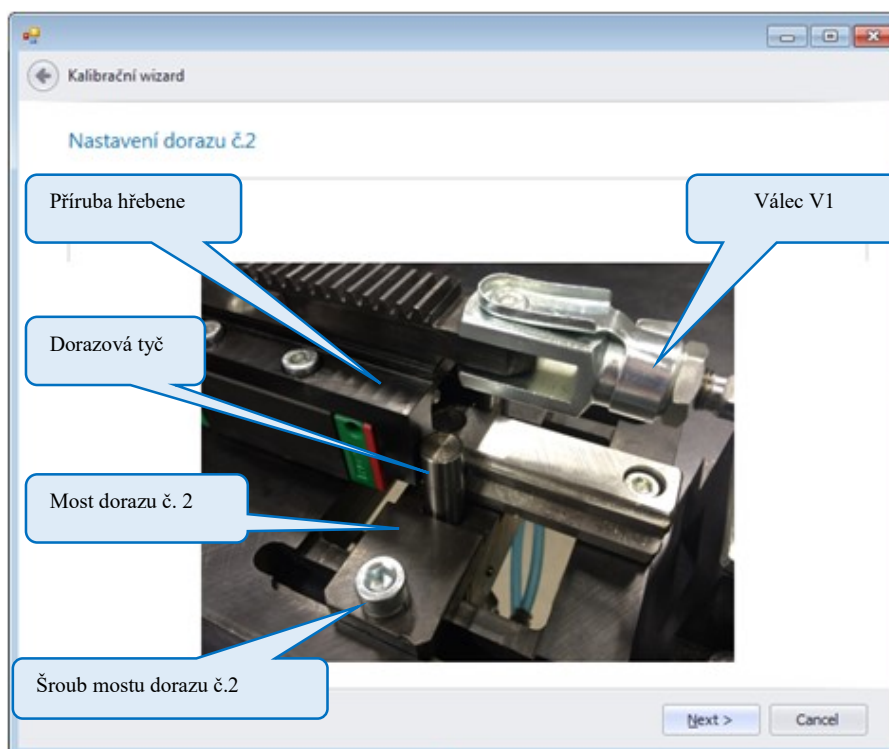
- klíč nechte zasunutý v zámku;
- uvolněte šrouby mostu dorazu č. 2 a ten posuňte směrem k válci. Vysuňte tyče dorazu;
- zasuňte píst válce V1 až do chvíle, kdy dojde k úplnému zasunutí střelky do těla zámku (viz obrázek 45).





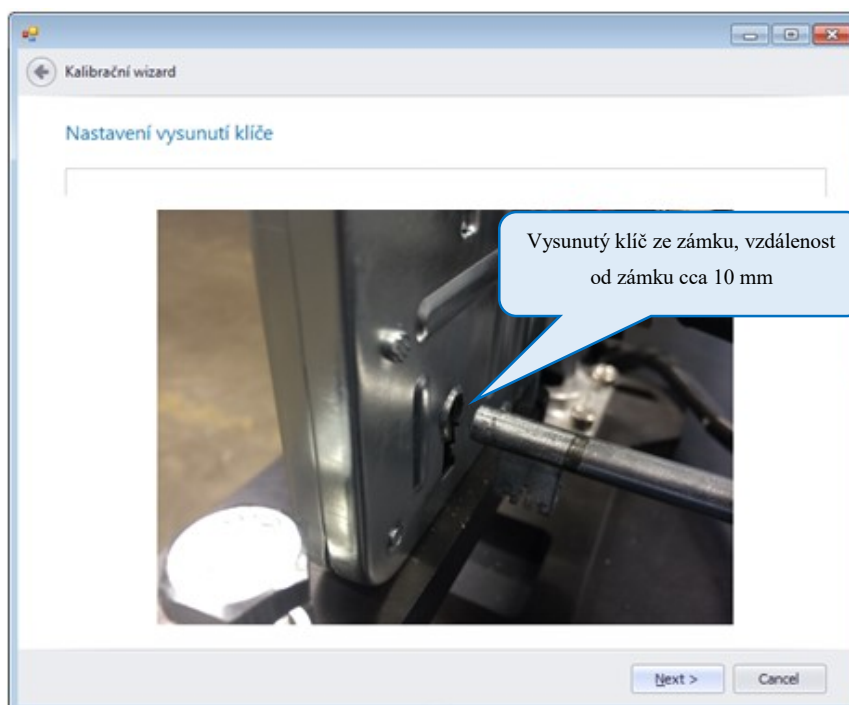
**Obrázek 45 - Zasunutí střelky zámku**

- přisuňte most dorazu č. 2 k přírubě hřebene, až se dorazové tyče dotknou příruby hřebene. Poloha hřebene musí zůstat nezměněna, to zajistíme jeho přidržením, a potom dotáhneme šrouby mostu dorazu č. 2 (viz obrázek 46).



**Obrázek 46 - Nastavení dorazu č. 2**

- na takto zasunutém válci V1 ručně nastavte snímač polohy tak, aby signalizační LED dioda svítila červeně při zasunutém válci V1 na tyč mostu dorazu 2;
- vysuňte tyče mostu dorazu č. 1, píst válce V1 vysuňte, až se příruba hřebene dotkne tyčí dorazu č. 1;
- zkontrolujte vytažení a zasunutí klíče;
- zasuňte pístnici válce V2 tak, aby klíč byl zcela mimo zámek, ale vzdálenost mezi zámkem a koncem klíčem nebyla větší než 10 mm (viz obrázek 47);
- klíč potom nechte vysunutý.



**Obrázek 47 - Vysunutí klíče**

**Přesvědčte se, že klíč je možné zasunout a vysunout ze zámku.**

Nyní máme veškeré polohy pohonu nastaveny a můžeme přistoupit k samotné zkoušce.

#### **9.9.4 Nastavení pohonu pro jednozápadkový zámek se zatahující se střelkou**

- nastavení provedeme dle bodu 9.9.1;

- vzhledem k tomu, že se jedná o jednozápadkový zámek, bude koncová poloha hřebene při vysunutí válce posunuta blíže k domku pohonu (viz obrázek 47). Její nastavení je stejné tak, jak je popsáno v kapitole 9.9.2.

#### **9.9.5 Nastavení pohonu pro dvouzápadkový zámek s nezatahující se střelkou**

Nastavení provedeme dle bodu 9.9.1 ÷ 9.9.2. Dále postupujte podle bodu 9.9.6.

#### **9.9.6 Nastavení pol. hřebene pro dvouzápadkový zámek s nezatahující se střelkou**

- klíč nechte zasunut v zámku;

- uvolněte šrouby mostu dorazu č. 2 a ten posuňte směrem k válci. Vysuňte tyče dorazu;

- zasuňte píst válce V1 až do chvíle, kdy dojde k úplnému zasunutí závory do těla zámku;

- potom zasuňte píst válce ještě o 5 mm;

- přisuňte most dorazu č. 2 k přírubě hřebene, až se dorazové tyče dotknou příruby hřebene. Poloha hřebene musí zůstat nezměněna, to zajistíme jeho přidržením, a potom dotáhneme šrouby mostu dorazu č. 2 (viz obrázek 46);

- vysuňte tyče mostu dorazu č. 1, píst válce č. 1 vysuňte, až se příruba hřebene dotkne tyčí dorazu č. 1;

- zkontrolujte vysunutí a zasunutí klíče;

- zasuňte píst válce V2 tak, aby klíč byl zcela mimo zámek, ale vzdálenost mezi zámkem a koncem klíčem nebyla větší než 10 mm;

- klíč potom nechte vysunutý.

Přesvědčte se, že klíč je možné zasunout a vysunout ze zámku.

Nyní máme veškeré polohy pohonu nastaveny a můžeme přistoupit k samotné zkoušce.

### **9.9.7 Nastavení pohonu pro jednozápadkový zámek s nezatahující se střelkou**

- nastavení provedeme dle bodu 9.9.1;

- vzhledem k tomu, že se jedná o jednozápadkový zámek, bude koncová poloha posunuta blíže k domku pohonu (viz obrázek 44). Její nastavení je stejné tak, jak je popsáno v kapitole 9.9.2.

### **9.9.8 Nastavení pohonu pro zámky s cylindrickou vložkou**

U těchto typů zámku se provádí nastavení pohonu stejně jako v bodech 9.9.1 ÷ 9.9.2. Pouze v průběhu zkoušky nedochází k vysunování a zasunování klíče. Vložka zámku je buď pevně spojena se speciálním klíčem - „motýlkem“ (tato vložka slouží pouze pro zkoušky), nebo u vložek s čtvercovým otvorem pro klíč je používám speciální klíč určený pro zkoušení. Při těchto zkouškách je válec V2 trvale zasunut a během zkoušky vyřazen z činnosti.

**Pozn:** U zámků, které jsou konstrukčně řešeny tak, že mají pouze zatahující se střelku, nejsou osazeny závorou, je nastavení mostů dorazu s dorazovými tyčemi nutno provést tak, jak je popsáno v kapitolách 9.9.1 ÷ 9.9.3. U těchto zkoušek, vzhledem ke krátkým drahám hřebene, je nutné na válci V1 snížit jeho rychlost pomocí škrticího ventilu (viz kapitola 7).

## 10 Technické parametry

Označení:.....	ZU1
Rozměry: .....	1220 × 820 × 1220 mm
Hmotnost:.....	150 kg
Napětí: .....	230 V
Přívod stlačeného vzduchu: .....	max. 6 bar
Doporučený tlak vzduchu na vstupu do prvků:.....	3 bar
Provozní teplota: .....	(-20 až + 60) °C
Skladovací teplota: .....	(-20 až + 40) °C

## 11 Zásady bezpečnosti práce [20]

### 11.1 Všeobecné podmínky

Na tomto zřízení jsou pohyblivé části. Celé je poháněno elektrickým proudem. Po celou dobu provozu se nachází na zařízení nebezpečné napětí, stejně tak hrozí nebezpečí úrazu pohyblivými částmi.

Těžké újmy na zdraví osob nebo poškození věcí mohou být způsobeny zejména:

- nevhodným použitím;
- špatným zacházením;
- nedostatečným ošetřováním a údržbou.

Nerespektování bezpečnostních upozornění v tomto návodu může vést k úrazům nebo dokonce k usmrcení osob.

Nebezpečí úrazu nebo usmrcení od tohoto zařízení mohou být způsobeny také nedostatečně poučenou obsluhou.

Provozovatel zařízení se musí postarat o to, že pracovníci údržby budou poučeni před zahájením prací na zařízení.

Obsluha i pracovníci údržby nesmí mít z důvodu nebezpečí úrazu zachycením nebo vtažením volný oděv, rozpuštěné dlouhé vlasy, šperky a prsteny.

Na zařízení nesmí pracovat lidé pod vlivem drog, alkoholu nebo léků snižujících jejich reakční schopnost.

Všichni pracovníci, kteří přijdou do styku se zařízením, ať při montáži, provozu nebo údržbě, musí být seznámeni s pravidly bezpečnosti práce - jen tak lze předejít případným úrazům. Jsou povinni používat určené osobní ochranné pracovní pomůcky.

Použití nepřípustných nebo nevhodných nástrojů nebo pomůcek může vést úrazům.

Ve spojení s pohybem nebo otáčením částí zařízení je důležité zachovávat odstup od těchto pohybů. Jen tak lze zamezit zachycení obsluhy.

Při automatickém provozu dbejte zejména na:

V celém pracovním prostoru zařízení se nesmí zdržovat neoprávněné osoby kromě speciálně poučených osob, jimž jsou známy nebezpečí zařízení.

Při poruchách a jejich odstraňování musí být zařízení vypnuto.

**Vždy při zapnutí testu nasad'te ochranný kryt (obrázek 5). Spuštění testu je v programu podmíněno nasazením krytu. Nasazením krytu dochází k sepnutí mikrospínače (viz obrázek 15).**

## 11.2 Základní nařízení pro provoz

Při všech pracích na zařízení dodržujte následující nařízení:

Jen při vypnutém centrálním vypínači na ovládacím pultu je zařízení bezpečné a není pod napětím. Centrálním vypínačem zastavte zařízení v naléhavých případech.

Všechny elektrické provozní prostředky, zejména pak hlavní svorkovnicová skříň a ovládací pult, mohou otevřít jen vyškolení odborní pracovníci.

Veškeré závady, jako např. poškozené kabely, vadné koncové spínače, ventily, atd. nahlase příslušným odborným útvarům k jejich okamžitému odstranění.

Každá svévolná změna nebo úprava na zařízení je z hlediska bezpečnosti práce nepřípustná a může vést ke ztrátě záruky od výrobce! Veškeré případné změny provádějte pouze po dohodě s výrobcem a jeho následné autorizaci.

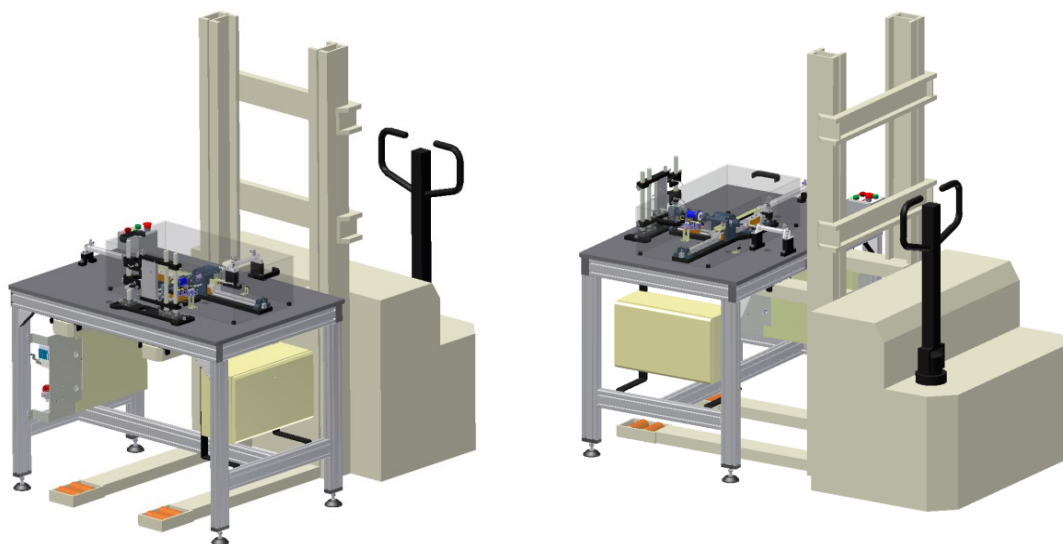
Veškeré změny v programovém vybavení zařízení jsou možné jen se souhlasem výrobce.

Všechny osoby, které přijdou do styku se zařízením, ať už při uvádění do provozu, v provozu, při údržbě nebo opravách musí být pečlivě seznámeny s Návodem pro obsluhu.

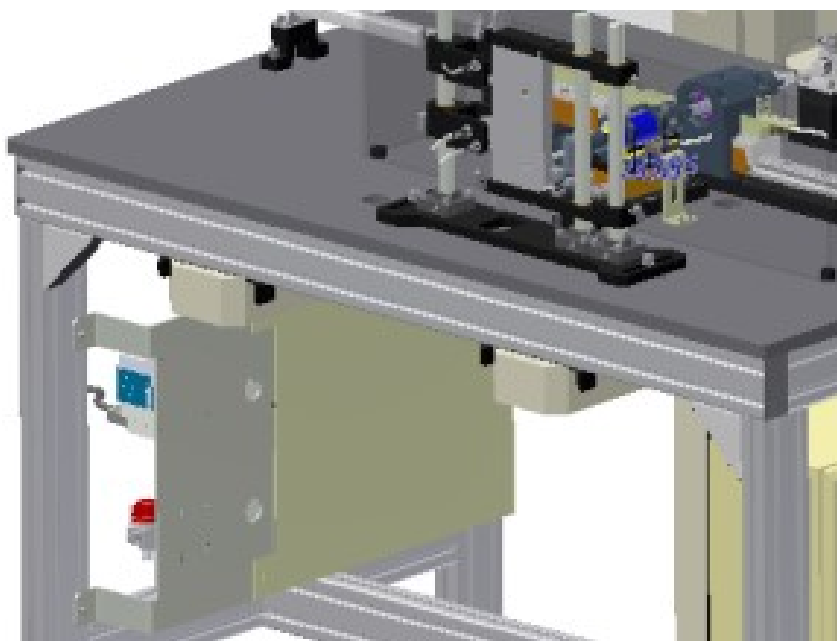
## 12 Instalace

### 12.1 Manipulace se zařízením

Pro manipulace se zařízením (např. přesun při instalaci, při stěhování) použijte ruční elektrický vozík nebo vysokozdvizný vozík (viz obrázek 48). Na rámu zařízení jsou umístěny vodící prvky, sloužící jako vedení lyžin vozíku (viz obrázek 49). Je nutné dbát zvýšené opatrnosti při najíždění vozíku k zařízení, aby nedošlo k poškození prvků na zařízení. Tuto manipulaci smí provádět pouze osoba řádně proškolená pro ovládání vysokozdvizných a paletových vozíků.



Obrázek 48 - Manipulace pomocí vozíku



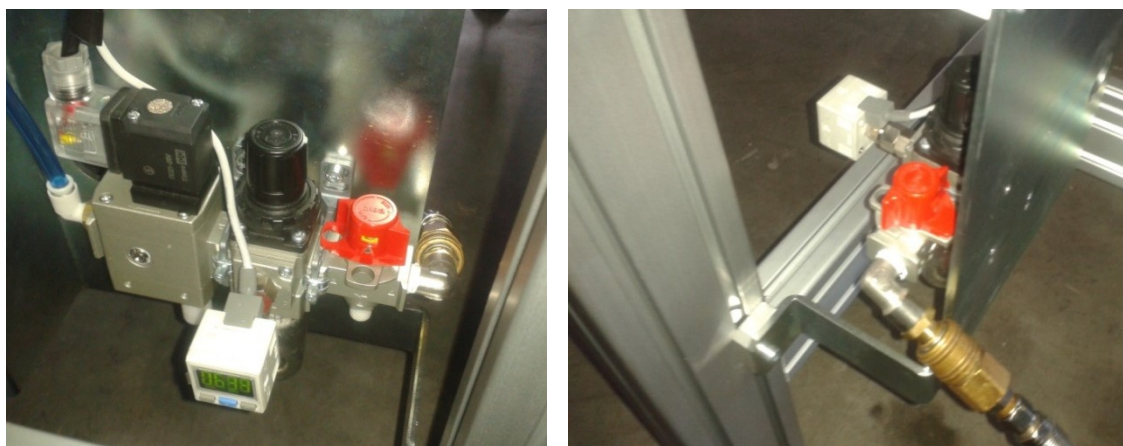
**Obrázek 49 - Detail lyžin vozíku ve vedení**

## **12.2 Připojení zařízení**

Ve spodní části zařízení je konzola pneumatiky s pneumatickými prvky pro úpravu stlačeného vzduchu. Vstupní ručně ovládaný ventil je opatřen nastavcem rychlospojky pro připojení přívodu stlačeného vzduchu (viz obrázek 50).

Přívodní napájecí kabel pro přívod elektrického napájení ke svorkovnicové skříni zastrčte do zásuvky.

Tímto krokem je zkušební křídlo instalováno a připraveno k provozu.



**Obrázek 50 - Připojení tlakového vzduchu**



## 13 Kontroly, údržba, mazání

Zařízení je konstruováno dle nejnovějších poznatků a jeho konstrukce je uzpůsobena vysokým nárokům kladených na jeho provoz. Protože však některé jeho díly a součásti jsou vystaveny namáhání a nepříznivým okolním vlivům, je zapotřebí provádět jejich pravidelnou kontrolu a údržbu.

**Zařízení je nutno neprodleně vyřadit z provozu jestliže:**

- se na povrchu některého z dílů objeví prasklina;
- dojde k deformaci některého z dílů;
- jsou její části poškozeny hloubkovou korozí;
- chybí štítek výrobce nebo jsou-li údaje uvedené na štítku nečitelné;
- je poškozeno jakékoliv elektrické zařízení či kabeláž;
- je poškozeno jakékoliv pneumatické zařízení či jeho rozvod;
- jakékoliv bezpečnostní zařízení ztratilo svou funkčnost.

### 13.1 Kontroly

Preventivní kontroly se provádějí podle potřeb provozu, minimálně však jednou za 6 měsíců.

Zvláštní péči věnujte elektrické instalaci zařízení. Všechny elektrické součástky jsou instalací propojeny do centrální svorkovnicové skříně. Vedení kabelů byla věnována obzvláštní pozornost, aby byly chráněny před mechanickým poškozením. Přesto se vyžaduje vizuální kontrola kabeláže, především v místech, kde není krytá.

Dále je nutno kontrolovat pohybující se mechanické části. U nich může vlivem častého namáhání docházet k opotřebení. Toto opotřebení by mohlo mít vliv na plynulý chod zařízení a následně ovlivnit výsledek zkoušky.

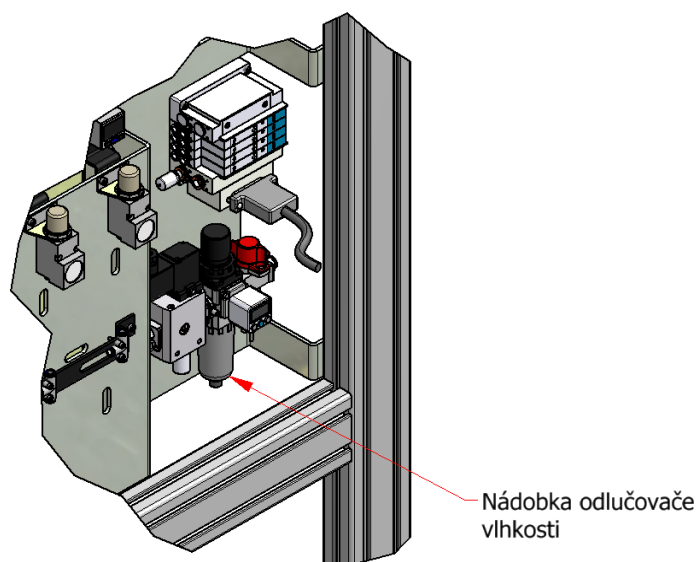
Při utahování šroubů a matic dodržujte předepsané utahovací momenty pro jednotlivé rozměrové a pevnostní řady šroubů tak, jak je znázorněno v tabulce 5. [3]

**Tabulka 5 - Utahovací momenty**

Utahovací moment (Nm)		
rozměr \ pevnost	5.8	8.8
M4	1,7	2,3
M5	3,5	4,6
M6	6,4	9,7
M8	16,1	24,5
M10	31,8	48,5

Při utahování matic optických čidel na držáku zámku (viz obrázek 36) dbát zvýšené opatrnosti a je nutno dodržet utahovací moment max. 0,25 Nm.

Při denní vizuální kontrole sledujte celkový stav, funkčnost a kompletnost zařízení. Pozornost věnujte odlučovací nádobce na pneumatickém rozvodu. Nádobka slouží k zadržování vlhkosti ze stlačeného vzduchu. Pokud je v ní kapalina, povolte vypustný ventil ve dně nádobky a kapalinu nechte odtéct do předem připravené nádoby. Potom ventil utáhněte. [1]



**Obrázek 51 - Kondenzační nádobka**

## **Vizuální prohlídka**

Při pravidelné prohlídce, kterou provádí obsluha nebo uživatelem pověřená osoba minimálně 1 krát za 6 měsíců se kontroluje celkový stav, funkčnost a kompletnost zařízení.

### **Kontrola opotřebení**

Při kontrole opotřebení kontrolujte stav a vůle ložisek, stav pneumatických válců, kluzných ploch lineárního vedení, spojovacího materiálu. Je nutné také kontrolovat, zda nejsou na konstrukčních dílech, zejména na samotném pohonu, vruby či praskliny. U pneumatického rozvodu zkontrolujte, nejsou-li poškozeny vzduchové hadice a není-li v obvodu případná netěsnost. Kontrolu opotřebení provádějte minimálně 1 krát za 6 měsíců.

Dále kontrolujte, zdali nedošlo na elektroinstalaci k uvolnění kabelů nebo jejich poškození.

## **13.2 Údržba**

Údržba a ošetřování zařízení spočívá především v tom, že se kontroluje stav, funkce, poškození a opotřebení vzniklé používáním. Zařízení je nutné pravidelně čistit a mazat. Za tímto účelem je vypracován mazací plán, mazací místa jsou zobrazena na obrázku 52. [11]

Zařízení by mělo být pravidelně prohlédnuto pracovníkem údržby - minimálně 1 krát za 6 měsíců. Touto prohlídkou mohou být zjištěny případné poruchy kluzných ploch, kuličkových ložisek nebo samotného pohonu a jejich včasnou výměnou může být zabráněno případným výpadkům v testování, případně poškození samotného zkušebního zařízení.

Ošetřování a údržbu zařízení smějí provádět pouze kvalifikovaní pracovníci, kteří jsou náležitě obeznámeni s funkcí stroje!

Pokud dojde při údržbě anebo při některé z kontrol ke zjištění závad, je nutno neprodleně zařízení vyřadit z provozu a nechat závadu opravit, nejlépe u výrobce. Výrobce má k dispozici náhradní díly a veškerou výrobní dokumentaci.

### 13.3 Mazání

Zařízení je nutno pravidelně čistit a mazat jeho pohyblivé části olejem (nejlépe MOGUL M6AD či jeho ekvivalent) nebo tukem (nejlépe MOGUL LV2-3 či jeho ekvivalent). Mazací plán zařízení je zobrazen na obrázku 52.

Zejména je potřeba věnovat zvýšenou péči při mazání místům, u kterých může docházet vlivem četnosti namáhání k otěrům. [11]

Mazací místa a četnost mazání:

Bod A – ozubený hřeben a ozubené kolo:

- mazat minimálně 1 krát za týden mazacím tukem přímo na zuby.

Bod B – drážkový hřídel:

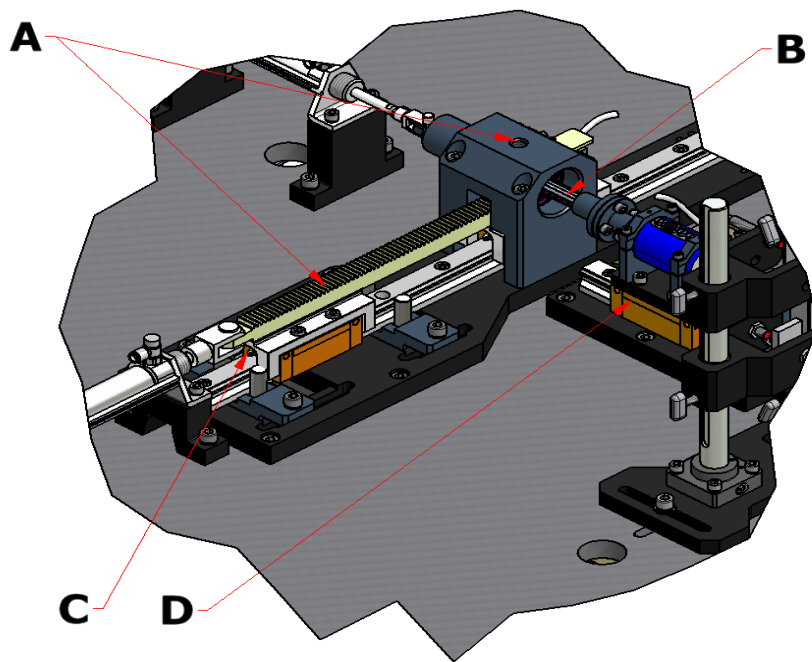
- mazat minimálně 1 krát za týden mazacím tukem aplikovaným přímo na hřídel.

Bod C – lineární vedení hřebene:

- mazat minimálně 1 krát za měsíc mazacím tukem vstříkem přes mazničku.

Bod D – lineární vedení klíče.

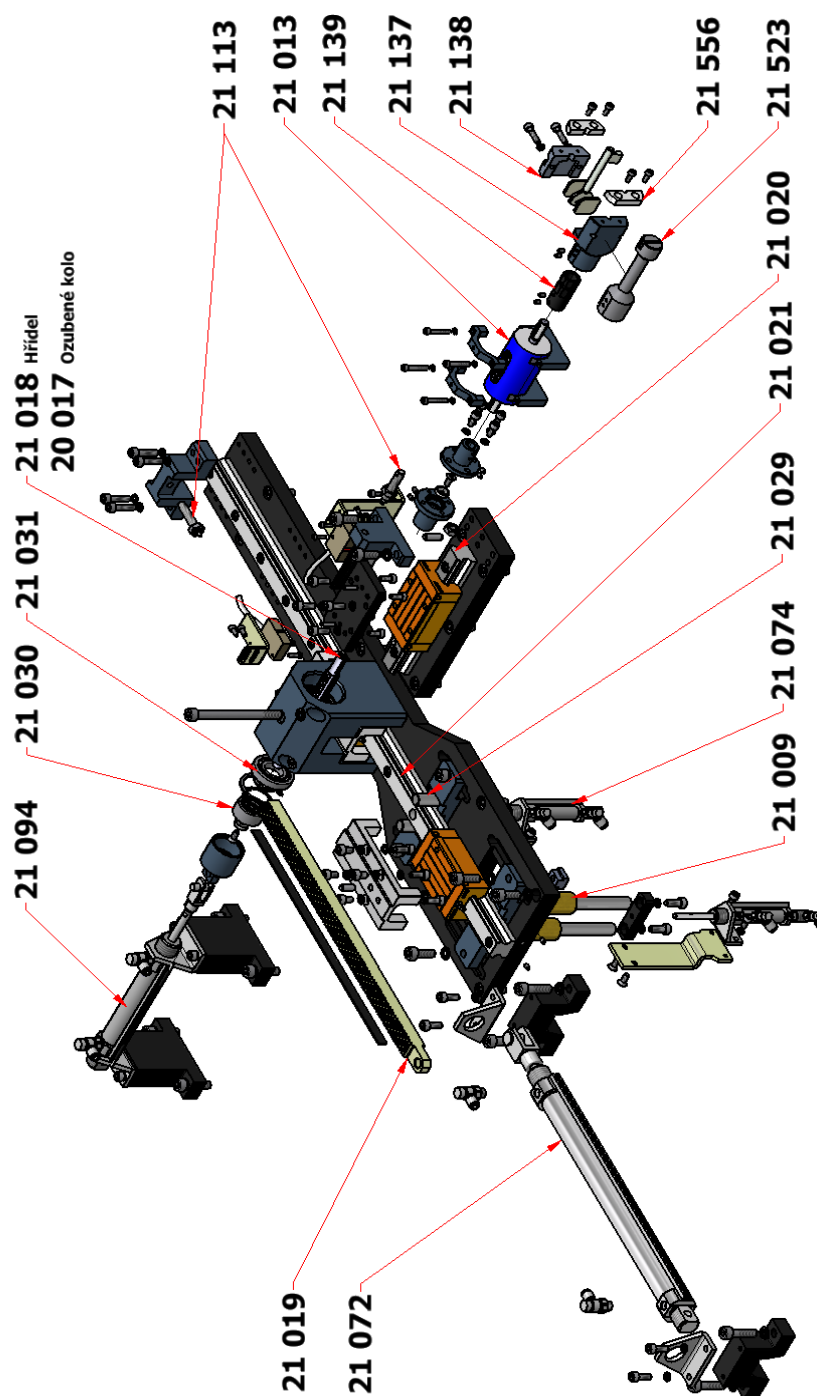
- mazat minimálně 1 krát za měsíc mazacím tukem vstříkem přes mazničku.



Obrázek 52 - Mazací plán

## 14 Náhradní díly

Při používání zkušebního zařízení dochází k opotřebení některých dílů. Na obrázku 53 jsou zobrazeny položky, které je možné objednat u výrobce zařízení. Příslušný díl je označen skladovým číslem. Toto číslo slouží jako objednávací kód daného dílu.



Obrázek 53 - Náhradní díly

## 15 Závěr

Úkolem této diplomové práce bylo navrhnout zkušební zařízení pro testování závorového uzlu mechanicky ovládaného zámku. Od zákazníka, který si zkušební zařízení objednal, jsem fyzicky obdržel zámky, pro které mělo být zkušební zařízení konstruováno. Zároveň byl ze strany zákazníka dán požadavek o možnost případného rozšíření testovacího zařízení i pro jiné typy zámků, které jsou v jeho portfoliu, případně jsou ve stádiu vývoje. Jednalo se zejména o zadlabavací zámky s plastovou střelkou a plastovou závorou. Tuto skutečnost jsem zohlednil u výběru čidel, která snímají pohyb střelky a závory.

Po potvrzení mého návrhu, jak zákazníkem, tak vedením firmy Elok-Opava s.r.o., jsem zpracoval kompletní výkresovou dokumentaci, včetně kusovníků a technologických postupů. Dále jsem spolupracoval s firmou ECM System Solutions s.r.o, která měla na starost elektronickou část zařízení a tvorbu ovládacího softwaru. Na vývoji softwaru jsem se podílel. Zejména jsem s kolegy konzultoval jeho grafickou podobu a způsob ovládání zkušebního zařízení. Další má spolupráce byla s dodavatelskými firmami. Jednalo o firmu SMC Industrial Automation CZ s.r.o., která dodala pneumatické prvky a dále o firmu Balluff CZ s.r.o., která dodala senzorovou techniku. V minulosti jsem měl možnost s těmito firmami spolupracovat, a tak jsem na tuto spolupráci navázal.

Celé zařízení jsem navrhl jako pracovní stůl, na kterém jsou umístěny veškeré prvky potřebné pro zkoušení zámků. Rám stolu je zhotoven z hliníkových profilů. Na rámu je umístěna pracovní deska a dále jsou na rámu připevněny konzoly. Na jedné z konzol je umístěna skříň s elektronikou. Druhá z konzol obsahuje část pneumatických prvků. Na pracovní desce jsou umístěny veškeré prvky, které představují pohonný systém, držák zámků a také zbývající část pneumatických prvků. Pohonný systém se skládá z pneumatických válců zajišťujících pohyb a převodového systému, který převádí translační pohyb na pohyb rotační. Dále je pohonný systém opatřen čidly. Jedním z čidel je snímač krouticího momentu, který snímá hodnotu krouticího momentu na klíči při odemykání a zamykání a hlídá maximální hodnotu, která je jedním z akceptačních kritérií daných normou pro zkoušení zámků. Další čidla, umístěna na pohonném systému, slouží pro snímání polohy hřebene, případně polohy klíče při zasouvání a vysouvání klíče ze zámku. Samotný zkoušený zámek se umísťuje do držáku zámku dle přesně stanoveného postupu. Na držáku zámku jsou umístěna výše zmíněná optická čidla, která snímají polohu

střelky zámku a závory zámku. Optická čidla jsem volil záměrně, protože bude možno zkoušet také zámky s plastovou střelkou i s plastovou závorou a pro zkoušky těchto typů zámků by indukční čidla postrádala smysl. Součástí dodávky bylo také PC se software pro ovládání zkušebního zařízení. Tento software obsahuje i grafického průvodce nastavením a kalibrací zkušebního zařízení na začátku každé zkoušky. Součástí softwaru je možnost vytvořit výstupní protokol pro daný typ zámku, případně data exportovat a následně je použít ve své šabloně zkušebního protokolu. V tomto případě si bude zákazník zkušební protokol vytvářet sám s ohledem na jeho interní dokumentaci.

Díky své koncepci je zkušební zařízení velmi snadno přemístitelné pomocí paletového, případně vysokozdvizného vozíku. Připojení zkušebního zařízení s počítačem je pomocí datového kabelu. Samotné zkušební zařízení se připojí na rozvod stlačeného vzduchu a napájeno je ze standardní elektrické sítě 230 V, připojením na klasickou zásuvku.

Zkušební zařízení bylo navrženo, vyrobeno, sestaveno a odzkoušeno tak, aby bylo v souladu s požadavky ČSN EN 12209 čl. 5.6.3. Na sestavení a odzkoušení jsem se podílel osobně. Po sestavení zkušebního zařízení byl zahájen zkušební provoz ve firmě Elok-Opava s.r.o. Zařízení bylo podrobeno mnohahodinovému testování, kdy byly záměrně simulovány možné chyby, jako například odpojení koncového čidla na jednom z válců, pomocí lepicí pásky byla zaslepena část magnetického pásku snímající pohyb hřebene, případně byl záměrně poškozen samotný zámek tak, aby došlo k navýšení krouticího momentu, přesahujícího nastavenou hodnotu. Zkušební provoz neodhalil žádná vážná pochybení, zařízení pracovalo dle požadavků a mohlo být předáno zákazníkovi.

Věřím, že toto zkušební zařízení bude dalším stupněm ke zvýšení kvality a spolehlivosti při výrobě zadlabavacích zámků. Také bude nápomocno pro zvýšení konkurenceschopnosti výrobce v nelehkém boji nejen o obchodní trhy, ale také v boji o samotného zákazníka. Spolehlivost a dlouhodobá funkčnost zámků pak bude schopna naplnit moto, že kvalita je, „když se vrací zákazník a ne zboží“.

## Poděkování

Rád bych poděkoval doc. Dr. Ing Lumíru Hružíkovi za odbornou pomoc, konzultace, ochotu a vstřícnost při vytváření této diplomové práce.

Děkuji majitelům firmy Elok Opava s.r.o. Ing. Jiřímu Kleinovi a Ing. Josefu Malchárkovi, za možnost použít k diplomové práci jeden z firemních projektů.

Dále bych rád poděkoval Ing. Pavlu Honkovi, vedoucímu konstrukce a strojní výroby firmy Elok Opava s.r.o., za jeho podporu a odborné konzultace při návrhu zkušebního zařízení závorového systému mechanicky ovládaného zámku.



## Seznam použité literatury

- [1] KOPÁČEK, Jaroslav. *Pneumatické mechanismy*. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2005, 2. vydání, 265 s. ISBN 80-7078-306-0.
- [2] FIALA, Jaromír, SVOBODA, Pavel a ŠŤASTNÝ, Karel. *Strojnické tabulky*. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1989. 704 s. ISBN 80-03-00151-x.
- [3] DRASTÍK, František. *Strojnické tabulky pro konstrukci i dílnu*. 2. dopl. vyd. Ostrava: Montanex, 1999. 728 s. ISBN 80-85780-95-x.
- [4] MARTINEK, Radislav. *Senzory v průmyslové praxi*. Praha: BEN - technická literatura, 2004. 200 s. ISBN 80-7300-114-4.
- [5] KOLEKTIV AUTORŮ. *SMC Training – Stlačený vzduch a jeho využití*. Brno: SMC Industrial AutomationCZ s.r.o., 4. vydání, 2019. 344 s.
- [6] ČSN EN 12209. *Stavební kování - Zámky a střelkové zámky - Mechanicky ovládané zámky, střelkové zámky a zapadací plechy - Požadavky a zkušební metody*.
- [7] KOPÁČEK, Jaroslav, ŽÁČEK, Miroslav. *Pneumatická zařízení strojů*. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2003. 94 s. ISBN 80-248-0442-2.
- [8] BEATER, Peter. *Pneumatic Drives: System Design, Modelling and Control*. Berlin: Springer, 2007. 323 p. ISBN 978-3-540-69470-0.
- [9] MURRENHOFF, Hubertus. *Fundamentals of Fluid Power. Part 2: Pneumatics*. Aachen: Verlag GmbH. 2014, 333 p. ISBN 978-3-8440-3213-0.
- [10] PTÁČEK, Luděk. *Nauka o materiálu II*. 2. opr. a rozš. vyd. Brno: CERM, 2002. 396 s. ISBN 80-720-4248-3.
- [11] VOŠTOVÁ, Věra, HELEBRANT, František a JEŘÁBEK, Karel. *Provoz a údržba strojů*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2002. 124 s. ISBN 80-010-2531-4.

- [12] Dostupné z : <https://hobes.cz/cz/section/category/zamky-do-dveri?id=20> [online]. [cit. 2019-11-18].
- [13] Dostupné z : <https://www.smc.eu/cs-cz> [online]. [cit. 2019-11-18].
- [14] Dostupné z : <http://www.matis.cz/> [online]. [cit. 2019-11-18].
- [15] Dostupné z : <https://www.balluff.com/local/cz/home/> [online]. [cit. 2019-11-18].
- [16] Dostupné z : <https://www.hbm.cz/produkty/snimace-krouciciho-momentu/t21wn/> [online]. [cit. 2019-11-18].
- [17] Dostupné z : <https://cs.puntomarinero.com/mortise-lock-mortise-lock-mechanism/> [online]. [cit. 2019-11-18].
- [18] Dostupné z : <https://www.stasto.cz/katalog/spojovaci-prvky-p05.aspx> [online]. [cit. 2020-02-23]
- [19] Dostupné z : <https://www.haberkorn.cz/systemy-hlinikovych-profilu/> [online]. [cit. 2020-03-03]
- [20] Dostupné z : <https://elok.cz/cs/> [online]. [cit. 2020-05-04].

## Seznam obrázků

Obrázek 1 - Zkušební křídlo .....	6
Obrázek 2 - Základní části zámku .....	7
Obrázek 3 - Základní typy testovaných zámků .....	8
Obrázek 4 - Blokové schéma zkušebního zařízení .....	12
Obrázek 5 - Sestava zkušebního zařízení .....	13
Obrázek 6 - Rám zkušebního zařízení s deskou a konzolami.....	14
Obrázek 7 - Domek pohonu a řez domkem pohonu .....	15
Obrázek 8 - Dorazy hřebene .....	16
Obrázek 9 - Pohonný systém .....	17
Obrázek 10 - Držák zámků .....	19
Obrázek 11 - Ovládací panel .....	20
Obrázek 12 - Skříň s elektronikou .....	21
Obrázek 13 - Elektrické schéma .....	22
Obrázek 14 - Příklad vedení kabelů na zařízení .....	23
Obrázek 15 - Krypt s mikropínačem .....	24
Obrázek 16 - Ustavovací a manipulační části krytu .....	24
Obrázek 17 - Síly v ozubení .....	27
Obrázek 18 - Schéma pneumatického obvodu .....	31
Obrázek 19 - Popis zapojení pneumatických válců z rozváděče .....	32
Obrázek 20 - Vstupní část pneumatického obvodu s rozváděčem .....	33
Obrázek 21 - Umístění pneumatických prvků .....	34
Obrázek 22 - Připojení pneumatického válce V1 .....	35
Obrázek 23 - Připojení pneumatického válce V2 .....	35
Obrázek 24 - Připojení pneumatických válců V3 a V4 .....	36
Obrázek 25 - Ovládací panel hlavního okna.....	39
Obrázek 26 - Hlavní okno.....	40
Obrázek 27 - Ovládací panel záložky Data .....	41
Obrázek 28 - Okno Data .....	42
Obrázek 29 - Ovládací panel záložky nastavení .....	43
Obrázek 30 - Okno Nastavení.....	44
Obrázek 31 - Výběr modu měření .....	45
Obrázek 32 - Uchycení klíče dozického zámku .....	46
Obrázek 33 - Uchycení klíče s redukcí .....	47
Obrázek 34 - Uchycení klíče pro cylindrické a jiné vložky .....	47

Obrázek 35 - Držák klíče/adapter pro motýlka.....	48
Obrázek 36 - Držák zámku s instalovaným zámkem .....	49
Obrázek 37 - Uchycení zámku.....	50
Obrázek 38 - Držák zámku s klíčem.....	50
Obrázek 39 - Ověření funkce optočidel .....	53
Obrázek 40 - Nastavení snímače polohy zasunutého válce V2 .....	54
Obrázek 41 - Nastavení tlumiče při zasunutí klíče do zámku .....	55
Obrázek 42 - Nastavení snímače polohy při vysunutém válci V2.....	55
Obrázek 43 - Nastavení dorazu č. 1 .....	57
Obrázek 44 - Nastavení koncové polohy válce V1.....	58
Obrázek 45 - Zasunutí střelky zámku .....	59
Obrázek 46 - Nastavení dorazu č. 2 .....	59
Obrázek 47 - Vysunutí klíče .....	60
Obrázek 48 - Manipulace pomocí vozíku.....	65
Obrázek 49 - Detail lyžin vozíku ve vedení .....	66
Obrázek 50 - Připojení tlakového vzduchu.....	66
Obrázek 51 - Kondenzační nádobka .....	68
Obrázek 52 - Mazací plán .....	70
Obrázek 53 - Náhradní díly .....	71

## Seznam tabulek

Tabulka 1 - Nakupované díly pohonu.....	16
Tabulka 2 - Seznam čidel pohonu.....	18
Tabulka 3 - Seznam použitých čidel u držáku zámku .....	20
Tabulka 4 - Prvky pneumatického obvodu .....	37
Tabulka 5 - Utahovací momenty .....	68

## Seznam příloh

Výkres:	04101-00-001 Zkušební zařízení závorového systému mechanicky ovládaného zámku
Výkres:	04101-02-001 Pohon úplný (list č. 1 a list č. 2)
Výkres:	04101-04-001,SCH Pneumatické schéma
Výkres:	04101-04-001 Pneumatické prvky kompletace
Kusovník:	04101-02-001 Pohon úplný
Kusovník:	04101-04-001 Pneumatické prvky kompletace